مبادئ

الهندسة العسكرية

الجزء الأول

إعداد وتاليف:
صهيب الرومي



مبادئ الهندسة العسكرية

الجزء الأول

إعداد وتأليف:

صهيب الرومي

الطبعة الأولى 2012م – 1433هـ



﴿وَأَعِدُّوا لَهُمْ مَا اسْتَطَعْتُمْ مِنْ قُوَّةٍ وَمِنْ رِبَاطِ الْخَيْلِ تُرْهِبُونَ بِهِ عَدُوَّ اللَّهِ وَعَدُوَّكُمْ وَآخَرِينَ مِنْ دُونِهِمْ لَا تَعْلَمُونَهُمُ اللَّهُ يَعْلَمُهُمْ وَمَا تُنْفِقُوا مِنْ شَيْءٍ فِي سَبِيلِ اللَّهِ يُوَفَّ إِلَيْكُمْ وَأَنْتُمْ لَا تُظْلَمُونَ﴾ (الأنفال:60)

الإهداء

أهدي هذا الكتاب أولاً لحبيب الله وحبيبي سيد الخلق الأولين والآخرين محمد ﷺ

إلى والدي الكريمين، أمد الله في عمرهما داعياً الله جلت قدرته أن يجزيهما خير الجزاء وأن يرحمهما كما ربياني وإخوتي وأخواتي صغاراً

إلى كل قائد عادل ينتهج نهج النبي محمد ﷺ

إلى كل من علمني حرفاً من القادة العظام في الداخل والخارج

إلى الذين فتنوا في دينهم فثبتوا، ولا زالوا على الطريق

إلى الذين يعملون بإصرار وعناد لإقامة حكم الله في الأرض

إلى الذين حملوا راية الجهاد لتكون كلمة الله هي العليا ويكون الدين كله لله

إلى شهداء قادة هذه الأمة وشهداء فلسطين الحبيبة وعلى رأسهم الشيخ حسن البنا، الشيخ عبد الله عزام، الشيخ أحمد ياسين، الشيخ عبد العزيز الرنتيسي، الشيخ ابراهيم المقادمة، الشيخ نزار ريان، الشيخ سعيد صيام، الشيخ إسماعيل أبو شنب.

إلى شهداء قادة كتائب القسام، الشيخ صلاح شحادة، عماد عقل، يحيى عياش، عدنان الغول، نضال فرحات، سعد العرابيد، فوزي أبو القرع، ممدوح الجمال، إسماعيل لبد.

إلى الأسرى البواسل وعلى رأسهم عمالقة الصمود والتحدي، حسن سلامة، إبراهيم حامد، عباس السيد، عبد الله البرغوثي، جمال أبو الهيجا.

مقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على قائد المجاهدين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه الطاهرين والتابعين ومن سار على دربه واقتفى أثره إلى يوم الدين وبعد.

إن القيادة أمانة ورسالة، ومن المبادئ التي تستخلص من سنة الرسول ﷺ في القيادة وإعداد القادة أن القيادة أمانة ورسالة وإن إعداد الرجال ليكونوا قادة من اسمى مهام القيادة وإن قيمة أية قيادة تقاس بمقدار ما صنعت وقدمت لأمتها من رجال صالحين لتولي القيادة. يقول رسول الله ﷺ: "كلكم راعٍ وكلكم مسؤول عن رعيته". كانت الحرب حتى نهاية القرن التاسع عشر تجرى على مساحتين فقط هما اليابسة والماء، وكان ميدان المعركة لا يزيد حجماً عن حجم ميدان كبير لسباق الخيل؛ أما اليوم فقد صارت الحرب تجري على خمس مساحات هي: اليابسة، والماء، وتحت الماء، وفي الجو، وخارج الغلاف الجوي (الفضاء)، وصار ميدان المعارك يعم مجمل الساحة الوطنية، بل ويتعدى ذلك أحياناً ليشمل قارات بكاملها. ونتيجة لذلك فقد أصبحت القيادة العسكرية المعاصرة هي أصعب وأشق المهن على وجه الأرض ولا يمكن مقارنتها بأي مهنة أخرى مهما ثقلت همومها وكثرت صعابها، من هنا أصبحت القيادة العسكرية تحتاج إلى قدرات هائلة في تقدير الموقف واتخاذ القرار الصحيح بما يتناسب مع حجم هذه الحرب، وتقدير الموقف الصحيح يحتاج إلى عقل رزين ومتين وحكيم، فلو عمقنا النظر في القائد العسكري، نجده يتعامل بأرواح الناس، لذلك وجب عليه أن يكون لديه المتانة العقلية الكافية حتى يكون قادراً على تحمل الضغط المتأتي عن هذه المسؤولية الجسيمة. فالقائد المعاصر عرضة في كل وقت، لأن يتلقى نكبة غير مرتقبة نتيجة حركة طارئة يقوم بها الخصم. وبالرجوع إلى دراسة التاريخ العسكري، نرى أن معظم المعارك الفاشلة، إن لم تكن كلها، قد نتجت عن ضعف أو نقص في هذه الصفة الحيوية لدى القادة الذين كانت لهم القيادة في تلك المعارك، والحديث هنا عن المتانة العقلية، لا يعتبر تاماً، ما لم يتم الإتيان على بعض الصفات البدنية والنفسية الهامة، كالشجاعة، والعافية والفتوة. ليس بالضرورة أن كل قارئ قائد، لكن كل قائد قارئ بالضرورة. وعظمة الإنسان تقاس بقدر عظمة وسمو تفكيره. لقد كرم

الله ﷻ بنـي آدم علـى جميـع الخلـق بعقـل يـؤدي إلـى العلـم ونطـق يفضـي إلـى الفهـم. فالعقل هو مناط قوة التمييز بين الحق والباطل. وهذا العقل حتى يستطيع أن يميز بين الحق والباطـل لابد لـه من تعلم العلم، يقول رسـول الله ﷺ: ﴿طلب العلم فريضـة علـى كل مسلم﴾. ويقول تعالى مصوراً حديث أهل جهنم: ﴿وَقَالُوا لَوْ كُنَّا نَسْمَعُ أَوْ نَعْقِلُ مَا كُنَّا فِي أَصْحَابِ السَّعِيرِ﴾. وقال ﷺ ﴿من عبد الله على جهل فكأنما عصاه﴾، فإن العلم من المصالح الضرورية التي تقوم عليها حياة الأمة بمجموعها وآحادها. وهنا القيادة العسكرية هي نوع من أنواع العبادة، فإن كانت على جهل فكأنما عصى الله سبحانه وتعالى، حيث يقول الرسول ﷺ: ﴿أيما رجل استعمل رجلاً على عشرة أنفس علم أن في العشرة أفضل ممن استعمل فقد غش الله وغش رسوله وغش جماعة المسلمين﴾، ويقول رسول الله ﷺ: ﴿ما من عبد يسترعيه الله رعيته يموت يوم يموت وهو غاش لرعيته إلا حرم الله عليـه الجنـة﴾. إذن القيـادة وخصوصـاً العسـكرية تحتـاج إلـى كفـاءات وقـدرات وقدوات حتـى لا تقـع فـي غش الرعيـة. واعلـم أخـي المجاهد أن هنالك قدراً مـن العلـم العسكري لا يعذر أحد بالجهل بـه، ويستوي في وجوب معرفتـه القائد والجندي، والقدر الزائد عن هذه المعرفة إما أن يكون حكمه الندب أو فرض الكفاية في أشد أحوالـه أو التردد بينهما بحسب الحال. فعدم المعرفة شـيء سـيء والأسوأ عدم الرغبة في تعلمها. فمن لا ينتصـر علـى نفسـه لـن ينتصـر علـى غيره، فـالمهزوم من هزمتـه نفسـه قبـل أن يهزمـه عدوه. وتقول الحكمـة إذا كـان الأفضـل ممكنـاً، فـلا يكفـي أن تكـون جيداً، فـلا تحقر صغيراً، ويقول المثل الفرنسي "لكل نبات مهما يكن صغيراً ظل"، وتقول الحكمـة: الأمـاني بضـاعة الضـعفاء، والعمـل بضـاعة الأقويـاء، فاسـتعن بـالله ولا تعجـز. ويقـول الرافعي: إذا لم تزد شيئاً على الدنيا، فأنت زيادة على الدنيا. ربما يقول لك أحدهم "لا نسـتطيع فعـل ذلـك" فقـل لـه "أنـت لا تسـتطيع فـلا تُعمـم" أمـا أنـا فبلـى وأكمـل الطريـق واصنع المستحيل، فلا شك أنه لا يصح أن تقاد الأمة بأولئك، لأن القيادة عندما تكون جاهلة عاجزة، فإنها تعجز عاجلاً أو آجلاً عن القيام بواجباتها. فإذا كان لك قلب رقيق كالورد، وإرادة صلبة كالفولاذ، ويد مفتوحة كالبحر، وعقل كبير كالسماء، فأنت بـلا شـك من صنـاع الأمجـاد. حتـى لا يكـون دورك للمستقبل أن تتوقعـه، بـل أن تصـنعه. لـذلك

يجب أن يكون دورك إيجابياً أيها القائد وكن على ثقة أن الحق لا يوزن بالرجال وإنما يوزن الرجال بالحق، وقال أحد العلماء: "الدنيا جهل وموات إلا العلم، والعلم كله حجة إلا ما عمل به، والعمل كله هباء إلا ما كان خالصاً لوجه الله تعالى، والإخلاص على خطر عظيم حتى تختم به". إن ارتباط العلم بالعمل قضية كبرى، ومسألة جوهرية في حياة المتعلمين، فإن العمل هو المقصود الأعظم من العلم، وبدونه لا قيمة للعلم، ولا فائدة من ورائه، لذلك نجد العلماء يقسموا الأميين على قسمين: أميون لا يقرءون ولا يكتبون، وأميون لا يطبقون ما تعلموا، ويقول العلماء الفاشلون قسمان: قسم فكر ولم يفعل. وقسم فعل ولم يفكر. إن العلم لا يسمي علماً إلا إذا أثمر وإن لم يثمر فهو جهل كما قال تعالى: ﴿إنما يخشى الله من عباده العلماء﴾ والعلم هو الذي يستلزم العمل ومعلوم تفاضل الناس في الأعمال تفاضلاً لا ينضبط وكل ذلك بسبب تفاضلهم في العلم.

ومن أقوال الشعراء:

اعمل بعلمك تغنم أيها الرجل لا ينفع العلم إن لم يحسن العمل

عَنْ أَبِي أُمَامَةَ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ ﷺ أَنَّهُ قَالَ: ﴿خُذُوا الْعِلْمَ قَبْلَ أَنْ يَذْهَبَ، قَالُوا: وَكَيْفَ يَذْهَبُ الْعِلْمُ يَا نَبِيَّ اللَّهِ وَفِينَا كِتَابُ اللَّهِ؟ قَالَ: فَغَضِبَ لَا يُغْضِبُهُ إلاَّ اللَّهُ، ثُمَّ قَالَ: ثَكِلَتْكُمْ أُمَّهَاتُكُمْ أَوَلَمْ تَكُنِ التَّوْرَاةُ وَالْإِنْجِيلُ فِي بَنِي إِسْرَائِيلَ فَلَمْ يُغْنِيَا عَنْهُمْ شَيْئًا؟! إِنَّ ذَهَابَ الْعِلْمِ أَنْ يَذْهَبَ حَمَلَتُهُ، إِنَّ ذَهَابَ الْعِلْمِ أَنْ يَذْهَبَ حَمَلَتُهُ﴾. وفقد العلم بموت العلماء، لأن الكتب لا تفيد إذا كان الإنسان لم يوفق إلى من يدله على الفهم الصحيح، وكيف يسير في الطريق فيخطئ أكثر مما يصيب، ويضر أكثر مما ينفع. وتقول الحكمة: "من كان شيخه كتابه فخطؤه أكثر من صوابه".

وقال الشاعر:

من يأخذ العلم عن شيخ مشافهةً يكن من الزيف والتصحيف في حرمِ

ومن يكن آخذاً للعلم من صحف فعلمه عند أهل العلم كالعدم

ولتعلُّم العلم طريقان ذكرهما العلماء: الطريق الأول: المشافهة، وهي أنفع الطريقين وأسلمهما، والطريق الثاني: مطالعة كتب العلماء الثقات، وهو أيضاً نافع لكن

بشرطين: الشرط الأول: أن يفهم القارئ مقاصد ذلك العلم، ومعرفة اصطلاحاته من مشافهة العلماء. والشرط الثاني: أن يطالع القارئ الكتب الحديثة الإصدار من العلم المراد. يعد علم الهندسة العسكرية من أخطر العلوم العسكرية، لتعامله مع المتفجرات ومع الموانع والتحصينات والتي قد تكون عائقاً كبيراً مما يسبب فشل المعركة أو نجاحها حسب آلية التعامل معها. ويعتبر علم الهندسة العسكرية من أكثر التخصصات العسكرية التي تحتاج إلى نقل المعلومات للمتعلمين مشافهة لأن أهم قاعدة في علم المتفجرات تقول أن الخطأ الأول هو الأخير غالباً، لذلك وجب تعلم هذا العلم من المتخصصين فيه، ولا يعتمد الشخص على قراءته فقط، إلا إذا تعلم وفهم مصطلحات هذا العلم جيداً. وفي هذا الكتاب المتكون من جزئيين تطرقت فقط إلى مبادئ الهندسة العسكرية بما يفيد ويعين القائد العسكري على أخذ القرارات العسكرية الصحيحة في أرض الميدان أما الأخوة المتخصصين المتبحرين في علم الهندسة العسكرية سيكون لهم إصدار خاص إن شاء الله بعنوان موسوعة فقه الهندسة العسكرية، ونسأل الله أن يمد في أعمارنا حتى ترى النور، وقد جعلت الجزء الأول من الكتاب في بابين: وفي كل باب من الفصول ما يناسبه ويفي بهدفه والله أعلى وأعلم. كما أنني لا أدعي لعملي هذا العصمة أو الكمال، فهذا شأن الرسل والأنبياء، وصدق الله العظيم إذ يقول: ﴿وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً﴾.

وقل لمن يدعي في العلم فلسفة حفظت شيئاً وغابت عنك أشياء

فإن وفقت فبفضل من الله وعونه، وإن كانت الأخرى، فحسبي أنني أخلصت النية لله، وقصدت من وراء ذلك الخير لكل المجاهدين ... والكمال لله وحده سبحانه وتعالى. نسأل الله أن يلهمنا الصواب في القول والعمل وأن يقبل هذا الجهد خالصاً لوجهه الكريم وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

صهيب الرومي

2012/03/25

الباب الأول

المفاهيم العامة للهندسة العسكرية

الفصل الأول

مهام وواجبات سلاح الهندسة العسكرية

مهام وواجبات سلاح الهندسة العسكرية

تمهيد:

سلاح الهندسة العسكرية لا يستغنى عنه لا في السلم ولا في الحرب، فالمتفجرات خصوصاً تلعب دوراً أساسياً وهاماً في الحرب وفي السلم. ورجل الهندسة يجب أن يختار من الرجال الأذكياء والمتعلمين حيث أن الهندسة والمتفجرات بشكل خاص خطرة جداً للذين لم يتمكنوا من هذا السلاح، وخطورتها يمكن أن تؤثر على القوات والمعدات الصديقة.

يعتبر سلاح الهندسة من أهم الأسلحة ذات التأثير البالغ في مختلف مراحل المعركة وتحت كل الظروف. حيث أن مهمة سلاح الهندسة تبدأ من اللحظة التي يبدأ فيها التخطيط للعملية، وتستمر في مرحلة التحضير وأثناء سير العمليات وبعد انتهاء المعركة في إزالة آثار الحرب.

أما فيما يتعلق بالمهام الأساسية لسلاح الهندسة وطبيعة عمل المهندسين العسكريين فإنها تختلف من معركة لأخرى حسب الظروف القتالية وطبيعة مسرح العمليات، كما أن أعمالهم في المعركة أو العمليات الهجومية غيرها في المعركة الدفاعية. كما أن مسرح العمليات ذا الطبيعة الصحراوية يختلف عنه في المسرح الجبلي أو المناطق الزراعية أو المدن أو في الماء.

ويعتبر التأمين الهندسي أحد أشكال التأمين القتالي الذي يهدف إلى خلق الظروف الملائمة للقوات، من أجل التنفيذ السريع للعمليات القتالية، سواء كانت دفاعية أم هجومية. ففي الحالة الدفاعية يجب تأمين الأفراد والمعدات المختلفة عن طريق إقامة التحصينات الدفاعية الفعالة، وعرقلة الأعمال القتالية المعادية، عن طريق تنفيذ مجموعة من المهام الهندسية والتدابير المتعلقة بتجهيز المناطق (الموانع) المواجهة من أجل وقاية الأفراد والآليات القتالية خلال الفترة التحضيرية للقوات وأثناء سير المعركة. أما في الحالة الهجومية يكمن تأمين الأفراد والمعدات من خلال شق الطرق السريعة والآمنة للقوات الصديقة وإزالة الموانع المعادية وخصوصاً الألغام سواء كانت للأفراد او الآليات.

تعريف سلاح الهندسة العسكرية:

هو وحدة عسكرية تكون ضمن تشكيلات الجيوش تقوم بمجموعة التدابير الهندسية التي تنفذ لمساعدة القوات المقاتلة على القيام بمهامها القتالية في المعركة وعرقلة أعمال العدو. ومن أهم هذه التدابير الاستطلاع الهندسي وتجهيز الأرض للدفاع أو الهجوم وتعزيز القوات بالوحدات والتجهيزات الهندسية.

إن قوات الهندسة العسكرية Engineer Corps قوات تخصصية تعمل على تنفيذ مهام التأمين الهندسي لصنوف القوات الأساسية والخاصة.

عمل وحدات الهندسة:

تعمل وحدات الهندسة خلال سير العمليات القتالية إما:

1- كوحدات هندسة عسكرية مستقلة.

2- كوحدات هندسة عسكرية في تشكيل أسلحة مشتركة.

3- تنفيذ بعض العمليات الخاصة.

4- كوحدات مشاة عادية وذلك عندما لا تكون الوحدات المقاتلة محتاجه لأي جهد هندسي خلال فترة زمنية محددة.



علم قوات الهندسة العسكرية عند العدو الصهيوني على بلدوزر D9

الواجبات العامة لسلاح الهندسة:

مع اتساع مسرح الأعمال القتالية وتقدم التقنية وابتكار وسائل التدمير المعقدة ازدادت أعمال التأمين ضخامة، واتسع نطاقها، وتوجب على قوات الهندسة توفير ما يساعد القوات المقاتلة على خوض أعمال الدفاع، ويسهل تقدمها في الهجوم، إضافة إلى عرقلة أعمال العدو في مختلف أنواع الأعمال القتالية.

وتقوم وحدات سلاح الهندسة بتنفيذ المهام الآتية في صور المعركة المختلفة:

1- القيام بالاستطلاع الهندسي:

ويهدف إلى جمع المعلومات وتحليلها لمعرفة الحقائق المتعلقة بالأرض والعدو.



جيب ديفندر يستخدمه العدو في الاستطلاع



جيب همر يستخدمه العدو في الاستطلاع

أولاً: استطلاع الأرض:

من حيث طبيعتها الطبوغرافية والديموغرافية، ونقصد بطبيعتها الطبوغرافية تضاريس الأرض ومعرفة الموانع الطبيعية فيها مثل الجبال والتلال والهضاب والربوات والمنحدرات الحادة والمناطق كثيفة الأشجار والأنهار والجداول والبحيرات والمستنقعات والممرات المائية، كما تحدد مصادر المياه والآبار الموجودة بالمنطقة، ويحدد نوع التربة إذا كانت رملية أو طينية أو صخرية. وقالت العرب في أمثالها "قتلت أرض جاهلها، وقتل أرضاً عالمها".



صحراء النقب



مرتفعات النقب

كذلك يجب معرفة الموانع الصناعية وتشمل حقول الألغام والتحصينات ومناطق الردم والخنادق والخنادق المضادة للدبابات، وسدود الطرق والأسلاك الشائكة وأبراج الاتصالات والمباني العالية.

والمقصود بطبيعة الأرض ديمغرافيا، فهو معرفة التوزيع السكاني على هذه الأرض ومعرفة دياناتهم وانتماءاتهم ومعتقداتهم وهل هم مناصرين أم معادين أو محايدين.

ثانياً: استطلاع العدو:

وذلك من خلال تحديد نقاط قوته ونقاط ضعفه ودشمه وتحصيناته وطرق اقترابه، وتحديد حقول الألغام المعادية وحدودها وعمقها وطبيعة الموانع المختلفة مع دراسة أفضل السبل والحلول المقترحة للتغلب عليها. ويتم الاستطلاع الهندسي بالرصد، والدوريات الهندسية، والربوتات العسكرية، والتنصت، والتصوير، كما يتم بالاستطلاع بالقوة (كمائن – إغارات). كما يجب مراعاة استمرار ومتابعة أعمال الاستطلاع الهندسي خلال مراحل القتال المختلفة حيث قد يفاجأ التشكيل المقاتل بعوائق أثناء مناورته القتالية في عمق العدو مما يستدعي تدخل المهندسين لإيجاد الحلول، وكذلك يجب أن يتسم الاستطلاع بالدقة والسرعة في نقل المعلومات إلى الجهات المختصة لتحليلها ودراستها واستخلاص النتائج منها.





عربة جوارديم Guardium يستخدمها العدو الصهيوني في الاستطلاع



عربة جي نوس G-Nius (فونيكس Phoenix) يستخدمها العدو في الاستطلاع





طائرة سكاي لارك 1 (Skylark 1) يستخدمها العدو في الاستطلاع





منطاد سكاي ستار 300 (Skystar-300) يستخدمه العدو في الاستطلاع

2- إدامة حركة القوات الصديقة:

وذلك من خلال إزالة كل ما يعترض طريقها من عوائق وموانع سواء كانت من صنع البشر أو تفترضها طبيعة أرض المعركة وذلك قبل وأثناء التماس مع العدو ضمن أقل فترة زمنية ممكنة.

ويمكن إجمال مهمات سلاح الهندسة في إدامة حركة الصديق بـ:

- فتح الثغرات في حقول الألغام التي وضعها العدو أمام مواقعه الدفاعية.



صورة توضح لغم أفراد صهيوني يستخدم في تفجير لغم مضاد دبابات



جندي صهيوني يقوم بنزع لغم أفراد من الأرض

- مهاجمة النقاط الحصينة في موانع العدو وفتح الثغرات فيها مثل الجدران والأبواب الحديد والأسلاك الشائكة.



فتح ثغرة في سياج حديدي بواسطة لغم البنجالور طوله 20 متر



فتح ثغرة في جدار لمرور المجاهدين



فتح ثغرة في جدار لمرور جنود صهاينة



جندي صهيوني يقوم بفتح باب من الحديد

- إنشاء وتشغيل وصيانة الجسور الحربية والمنشآت المهمة مثل الكباري الخفيفة والثقيلة التي يتم مرور القوات الصديقة فوقها خلال مراحل الاقتحام.





دبابة M60A1 التي تحمل الجسر

– إنشاء وتشغيل وصيانة معدات عبور الموانع المائية مثل الجسور المائية والطوافات المائية التي يتم مرور القوات الصديقة فوقها خلال مراحل الاقتحام.



جسر جوني الصهيوني



جسر جوني الصهيوني أثناء الهجوم المضاد خلال حرب 1973م

– إنشاء وصيانة طرق وممرات العبور الآمنة للقوات الصديقة.





طريق الفسكورس الذي شقه وإستخدمه العدو الصهيوني أثناء حرب الفرقان

- تطهير مناطق تمركز القوات من الألغام المضادة للأفراد والآليات.





- تأمين الأجناب والثغرات المكشوفة برص الألغام، سواء ألغام أفراد أو ألغام آليات.



3- إعاقة تحركات القوات المعادية:

وتتمثل في كافة الأعمال والإجراءات التي تؤدي إلى تأخير وإرباك قوات العدو، وخصوصاً أثناء إنشاء مواقعنا الدفاعية، وذلك من خلال وضع الموانع اللازمة (حقول ألغام، عبوات ناسفة، خنادق للدبابات، شراك خداعية، إلخ ...) والتي تغلق جميع

المحاور المحتمل مرور العدو من خلالها، بالإضافة إلى نسف وتدمير الجسور التي يستخدمها العدو في تحركاته ونقل إمداداته.

ملاحظات مهمة عند التخطيط للموانع على القائد أن يضع في اعتباره الآتي:

– العمليات المستقبلية وليس الحالية فقط وذلك يظهر من بعد التصور عند القائد.

– ينبغي للموانع الموضوعة حالياً ألاّ تؤثر أو تعيق القوات الصديقة.

– دمج الموانع الحالية بالموانع القائمة في منطقة العمليات سواء كانت طبيعية أم صناعية، بحيث تكون تكاملية.

– أن تكون هذه الموانع تحت مرمى النيران، وخصوصاً الأسلحة المضادة للدروع.

– ألا توفر هذه الموانع ساتراً جيداً للعدو من النيران الصديقة.



حفار مدرع يستخدمه العدو في حفر الخنادق



شاحنة ريو تطلق الألغام يستخدمها العدو الصهيوني

4- الوقاية والتحصين:

تعتبر هذه المهمة مجموعة من الأعمال والإجراءات التي تمكن الوحدة من القتال في ظروف صعبة وقاسية، والذي جعلها بهذا المستوى وجود المبادرة من حيث الزمان والمكان بيد القوة المهاجمة، فمن هذا المنطلق على قائد قوة الدفاع التي قامت بإجراءات الوقاية والتحصين اتخاذ مجموعة كبيرة من الإجراءات والأعمال لحماية القوة الصديقة من الخسائر التي من المتوقع أن تنجم عن هجوم ذلك العدو. ومن هذه الإجراءات حفر الخنادق والملاجئ والدشم الحصينة والمنشآت الخرسانية القوية. ولكن عند عمل هذه التحصينات يجب أن يأخذ القائد في اعتباره التالي:

- وضع الدفاعات في كل الاتجاهات وتكون مضادة للهجمات البيولوجية والكيماوية.
- أن تسهم جهود الوقاية والتحصين في تمكين القوة المدافعة من استخدام النيران بفعالية من مواقعها الثابتة.
- تمويه التحصينات وعدم كشفها أثناء استخدام النيران حتى لا تتعرض للتدمير من قبل العدو.
- يجب على القائد أن ينشئ مواقع رئيسية وبديلة وأخرى إضافية، وهذا يعتبر ذا أهمية خاصة بالنسبة للوحدات المدافعة عن أرض حيوية وهامة.



5- تأمين وإزالة الصواريخ والقنابل التي سقطت:

والتي قد تسقط وسط القوات دون أن تنفجر مما يجعلها خطراً على حياتهم وعلى سلامة أسلحتهم ومعداتهم، أو حتى سقطت وانفجرت للتعرف على مكوناتها من خلال معرفة مخلفات الانفجار.



مخلفات صواريخ القسام عند العدو الصهيوني

6- إزالة العبوات الناسفة والشراك الخداعية:

والتي يزرعها العدو أو يتركها خلفه عند الانسحاب وخاصة في المناطق المبنية أو المحصنة أو على الحدود.



عبوة مموهة على الحدود

7- إجراء التدابير الهندسية الخاصة بالإخفاء والتمويه والخداع:

وهو أحد تدابير التأمين القتالي والعملياتي، ويهدف إلى إخفاء القوات المقاتلة عن الرصد المعادي، وتضليل العدو فيما يتعلق بانتشار القوات وأعمالها ونواياها.

- تعتبر عملية الإخفاء والتمويه للقوات إحدى مهام التأمين الهندسي للوحدات الهندسية التي تقوم بتنفيذها خاصة في الأراضي الصحراوية والمفتوحة السهلة المراقبة من قبل العدو والمعرضة للقصف الجوي والأرضي المعادي سواء في العمليات الدفاعية أو الهجومية.

- كما أن الإخفاء والتمويه والخداع يحتل أهمية كبيرة في العصر الحديث الذي توفرت في وسائل الكشف الحديثة عن طريق الاستطلاع المعادي المتعدد الأنواع، وذلك للحصول على أي معلومات عن مناطق تمركز ومواقع وقطاعات قواتنا الصديقة. لهذا يتم تنفيذ كافة الإجراءات المتعلقة بعملية الإخفاء والخداع بدقة باعتبارها من القيود المفروضة على جميع القوات في ميدان القتال بهدف المحافظة على الجهوزية القتالية العالية (عدة، عتاد، وبشر).



جندي صهيوني يحمل قاذف ستنجر مموه بلباس للتربة الصخرية

8- المعاونة في إزالة آثار استخدام العدو وسائل وأسلحة التدمير الشامل مثل الأسلحة النووية والكيميائية والبيولوجية:

ويبرز دوره سلاح الهندسة هنا في تحديد وتطهير المنطقة من الأسلحة الكيميائية أو عوامل الحرب البيولوجية في ساحة المعركة من أجل السماح بدخول القوات البرية المقاتلة للمناطق الملوثة وتقوم بتطهير الأرض والقوات والسيارات. ومن أمثلتها كتيبة الهندسة الصهيونية الكتيبة 76.



مقاتل من الكتيبة 76



9- إجراء أشكال مختلفة من الهندسة الميدانية:

ومن هذه الأعمال الإجراءات التالية:

- العمل على تشييد وصيانة المطارات العسكرية وأراضي الهبوط.
- العمل على تشييد وصيانة الطرقات وتحسين التربة.
- حفر المرابض ومواقع المدفعية والأسلحة المتوسطة والثقيلة الأخرى.
- تجهيز الأماكن الصالحة لتكديس الذخيرة.
- تجهيز وإعداد مراكز القيادة ومراكز السيطرة والتحكم والمواصلات.
- تمهيد ميادين النظر والنيران بإزالة ما يعوق النظر والنار مثل الأشجار.
- إنشاء وصيانة المواقع العسكرية.
- استكشاف مصادر المياه وتحليتها وتنقيتها وإقامة نقاط إمداد المياه.
- إصلاح وصيانة المعدات الميكانيكية اللازمة.
- تدريب وصلات الجيش على الأعمال الفنية البسيطة.
- إقامة الموانع الساحلية ضد الوحدات الموجهة من البحر.

بعض المهام المدنية التي يقوم بها سلاح الهندسة في السلام:

1- المشاركة في عمليات الإنقاذ والدعم أثناء الكوارث الطبيعية.

2- الإشراف على إدارة الموانئ.

3- بناء الطرق والجسور والمطارات المدنية.

4- تأمين الحدود والإشراف عليها.

5- إزالة الأجسام المشبوهة والمشاركة في العمليات الخاصة.

ملاحظة: عند قيام سلاح الهندسة بواجباته، يجب أن يحرس بقوات المشاة.

الفصل الثاني
هندسة المتفجرات

هندسة المتفجرات Explosive Engineering

مُقَدِّمَة:

اعتمدت جميع الثورات المسلحة في انطلاقتها وبداية نشاطها المسلح على استخدام المتفجرات – بما فيها الثورة الفلسطينية – وذلك لندرة الأسلحة من ناحية، ولحجم التدمير الأكبر الذي تحدثه المتفجرات، من ناحية أخرى ولتوضيح حجم التأثير الهائل الذي تحدثه المتفجرات يكفي أن نعرف أن 10 جرام من مادة متفجرة قوية قد تكفي لتدمير طائرة كبيرة وهي في الجو، إذا وضعت في مكان حساس مثل كابينة القيادة في الطائرة. إن المتفجرات سلاح مفضل للتدمير في كافة الحروب، وذلك لفاعليتها العالية في تدمير المعدات والتحصينات وغيرها، لذلك اهتمت الدول بسلاح هندسة المتفجرات لإمكانياتها العالية والقوية واختير لها رجال ذوي مواصفات خاصة حيث يهتم المهندسون المختصون بالمتفجرات من حيث الإعداد والتخزين والدراسة الكاملة لطبيعة هذه المواد.

تعتبر المتفجرات من أكثر المواد المستخدمة في الآلة الحربية وأنجعها، بل لا يكاد يكون هناك سلاح دفاعي أو هجومي يخلو من استخدام المتفجرات. فنجدها في القنابل والألغام والقذائف والصواريخ وفي آليات عمل الأسلحة ... إلخ، وتستخدم المتفجرات في المجالين المدني والعسكري.


استخدام المتفجرات في العمل العسكري


استخدام المتفجرات في العمل المدني

لمحة تاريخية

لا يُعلم بالدقة من اخترع البارود الأسود Black Powder، إذ أن تاريخه موغل في القدم، وهو أقدم المتفجرات المعروفة اليوم، والباحثين في هذا المجال يشيرون إلى أن اختراع البارود قد تمّ في الصين في القرن التاسع للميلاد، وهو يتكون من (نترات البوتاسيوم) Potassium Nitrate ممزوجاً بالكبريت Sulfur والفحم الخشبي، وكانوا يستخدموه في الألعاب النارية فقط.

إن العرب المسلمين هم من استخدموا البارود لأول مرة كسلاح حربي عبر المنجنيقات، منذ القرن العاشر للميلاد، وخلال مرحلة الحروب الصليبية طوّر العرب المسلمون تحت ضغط الحاجة الحربية كل الأسلحة التي يمكنها قذف النفط والكرات النارية، فوصلوا إلى آلات معقدة تشبه المدافع. وذكر ابن خلدون أن أول من استخدم البارود في الحرب هم العرب، وكان أول استخدام للمدفع في حصار سرقسطة عام 511هـ/1118م. كذلك أول من استخدم البنادق والمسدسات والقنابل اليدوية هم العرب حيث استعملوها في الدفاع عن غرناطة في القرن الرابع عشر، ولما سقطت الأندلس بيد الأسبان أخذوا البندقية العربية التي كانت تدعى "**القربينة**" منهم واستعملوها في القضاء على الهنود الحمر.

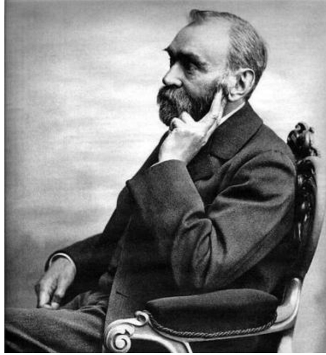
البارود الأسود لم يعرف في أوروبا إلا في القرن الثالث عشر على يد راهب إنجليزي يسمى روجر باكون Roger Bacon في سنة 1249 ميلادي، وجاء بعد ذلك راهب ألماني في سنة 1314 يسمي برتولد شوارتز Berthold Schwartz درس كتابات الراهب الإنكليزي روجر ثم بدأ في تصنيع البارود الأسود ووضعه في الهاون المعدني وغطى الهاون بحجر وعندما أدخل شرارة في الهاون انطلق الغطاء الثقيل مقذوفاً بعنف، ومن هنا كان استخدام البارود أول مرة كمادة دافعة في أوروبا، لذلك سمي الراهب الألماني **برتولد شوارتز هو مخترع المدافع**.

وفي أواخر القرن الثامن عشر عام 1786م استخدم الفرنسيين كلورات البوتاسيوم، كذلك عام 1788م اكتشف الزئبق المتفجر (فلمنات الزئبق) والذي ينفجر بقوة كبيرة

تحت تأثير أقل صدمة أو إشعال. وفي عام 1864م قام مخترع سويدي يسمي إيمانويل نوبل هو وابنه المهندس الكيميائي **ألفريد نوبل Alfred Noble**، بصناعة النيتروجليسيرين، وأثناء التحضير وقع إنفجار كبير في مصنعهم في استكهولم، مما أدى إلى مقتل خمسة أشخاص بينهم شقيق ألفريد الأصغر إميل، أيضاً في عام 1864م اخترع ألفريد الصاعق المعدني واستخدم فيه فلمنات الزئبق كبادئ للإنفجار بدلاً من البارود الأسود.



ديناميت Dynamite

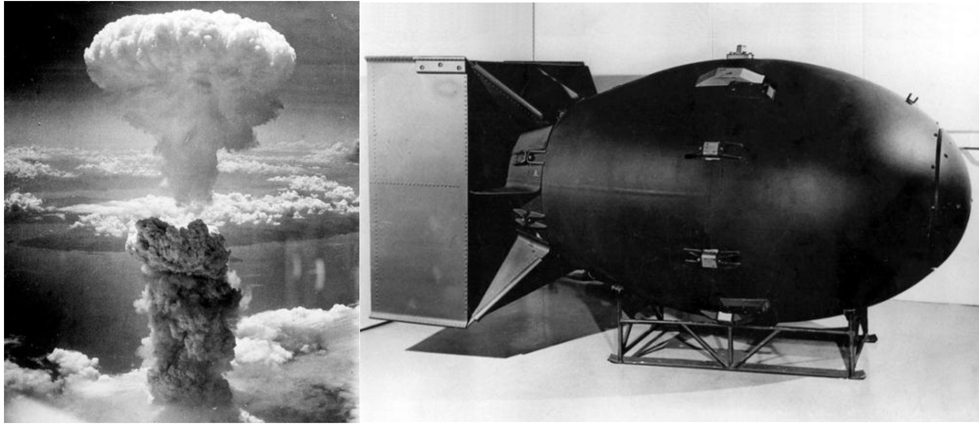


ألفريد نوبل Alfred Noble

في سنة 1866م وجد ألفريد إعاقة في نقل النيتروجليسرين من حيث الحساسية ففكر بخلط النيتروجليسرين مع مادة تخفف حساسيتها وفعلاً توصل ألفريد إلى خلط النيتروجليسرين بطين رطب يسمى **كيسلار** بنسب 75% نيتروجليسرين و25% تراب كيسلار، وسمي هذا الخليط بديناميت غور "Gur Dynamite"، ثم بعد ذلك خلطه بقطن البارود وسمي الخليط عندئذ بالديناميت Dynamite، وكان ذلك في سنة 1867م، هذا الإنجاز شكل ثورة في مجال إنتاج المتفجرات واستخراج الفحم والخامات بسرعة وبصورة اقتصادية وكذلك ساهم في إنشاء الطرق وشبكات سكك الحديد.

في القرن العشرين تم اكتشاف العشرات إن لم يكن المئات من المواد المتفجرة والخلائط المتفجرة ولكن أقصى ما يميز القرن العشرين هو تصنيع القنبلة النووية والتي ظهرت لأول مرة عام 1945م حيث تفوق قدرتها التفجيرية قدرة المتفجرات الكيميائية التقليدية بحوالي ألف مليون مرة، وشهدت تطوراً كبيراً خلال العقود الأربعة المنصرمة وكان آخر نوع منها القنبلة الهيدروجينية، السلاح النووي هو سلاح تدمير فتاك يستخدم

عمليات التفاعل النووي، يعتمد في قوته التدميرية على عملية **الانشطار النووي** أو **الاندماج النووي**؛ ونتيجة لهذه العملية تكون قوة إنفجار قنبلة نووية صغيرة أكبر بكثير من قوة إنفجار أضخم القنابل التقليدية، لذا تعتبر الأسلحة النووية أسلحة دمار شامل ويخضع تصنيعها واستعمالها إلى ضوابط دولية حرجة، أُستُعمِلَت القنبلة الذرية مرتين في تاريخ الحروب؛ وكانتا كلتاهما أثناء الحرب العالمية الثانية عندما قامت الولايات المتحدة بإسقاط قنبلتين ذريتين على مدينتي هيروشيما وناجازاكي في اليابان في أواخر أيام الحرب، أوقعت الهجمة النووية على اليابان أكثر من 120 ألف شخص معظمهم من المدنيين وذلك في نفس اللحظة، كما أدت إلى مقتل ما يزيد عن ضعفي هذا الرقم في السنوات اللاحقة نتيجة التسمم الإشعاعي، القنبلة التي أسقطت على اليابان كانت بقدرة 20 كيلو طن من TNT. بعد الضربة النووية على هيروشيما وناجازاكي وحتى وقتنا الحاضر؛ وقع ما يقارب 2000 إنفجاراً نووياً كانت بمجملها إنفجارات تجريبية واختبارات قامت بها الدول السبع التي أعلنت عن امتلاكها لأسلحة نووية وهي الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي (روسيا حالياً) وفرنسا والمملكة المتحدة (بريطانيا) والصين وباكستان والهند، وهنالك عدد من الدول التي قد تمتلك أسلحة نووية ولكنها لم تعلن عنها مثل العدو الصهيوني وكوريا الشمالية.

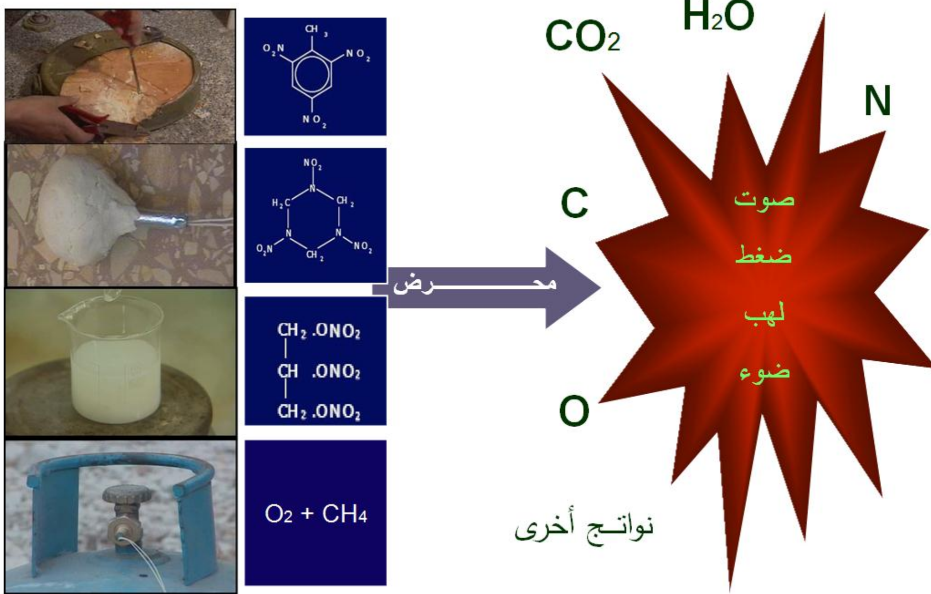


القنبلة النووية والسحابة الناتجة من إسقاطها على ناجازاكي، وكان ارتفاع السحابة 18 كم.

علم المتفجرات

تعريف المتفجرات:

هي عبارة عن **مركبات كيميائية** أو **خلائط فيزيائية**، غير ثابتة التركيب تكون إما في حالة صلبة أو سائلة أو غازية، وعند تعرضها إلى محرض خارجي يحدث لها تكسير سريع Decomposition أو عملية أكسدة Oxidation في فترة زمنية قصيرة جداً (أجزاء من الثانية) لتتحول إلي مواد أكثر ثباتا، نسبتها العظمي في حالة غازية ذات ضغط كبير مصحوبة عادة بحرارة عالية وضوء ولهب وصوت ودوي يسمى **الإنفجار**.



الإنفجار يحدث في جزء من مليون جزء من الثانية تقريباً

عملية الإنفجار Explosion Process:

عند تعرض المواد المتفجرة إلي محرض خارجي، فإنها تتفكك مولده كمية حرارة عالية جداً، مما يزيد تمدد الغازات الناتجة وبالتالي يزداد الضغط فيحصل تصادم كبير بين جزيئات الغاز نفسها من جهة والوسط المحيط بها، فيتحول جزء كبير من هذه الطاقة إلى شغل ميكانيكي وهذا الشغل هو الذي يقوم بعملية النسف والتدمير.

أنواع الإنفجار Types Of Explosion

يمكن تمييز عملية الإنفجار إلى ثلاثة أنواع:

1- إنفجار ميكانيكي أو فيزيائي:

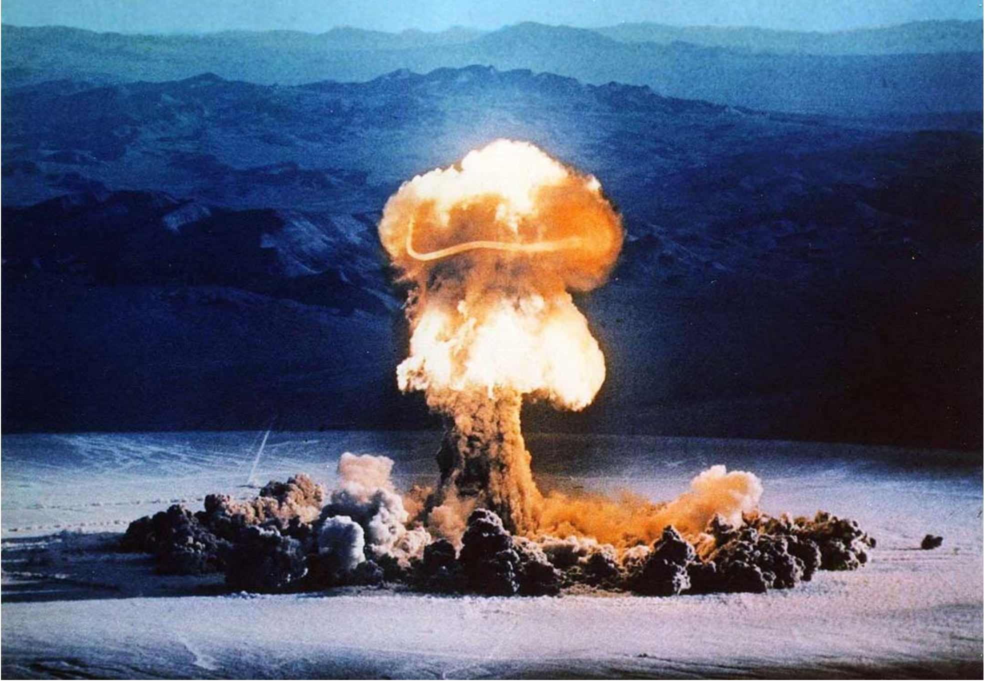
وهو إنفجار ناتج عن ازدياد الضغط في حيز مغلق ومثال على هذا الإنفجار عندما نملأ وعاء (طنجرة) الضغط بالماء ونضعه على النار بدون أن يكون فيه مخرج للبخار فنلاحظ بعد فترة زمنية بسيطة سوف يحدث إنفجار نتيجة ضغط بخار الماء الموجود في الوعاء، كذلك عند وضع البارود في أنبوب مغلق مثلاً أو أي حيز مغلق، فعند إشعال البارود فسيحدث إنفجار يشظي الكابح، بينما لو أشعلنا نفس الكمية من البارود في الهواء الطلق فسنشاهد احتراق بطيء للبارود بدون إنفجار.



وعاء الضغط

2- إنفجار نووي: وينقسم إلى نوعين:

أ- الأسلحة النووية الانشطارية: التي تكمن قوتها في عملية الانشطار النووي لعنصر ثقيل مثل اليورانيوم ذو كتلة ذرية رقم 235 وبلوتونيوم ذو كتلة ذرية رقم 239، حيث تحفز هذه العناصر الثقيلة على الانشطار بواسطة تسليط حزمة من النيترونات على نواتها والتي تؤدي إلى انشطارها إلى عدة أجزاء وكل جزء مكون بعد الانشطار الأولي تمتلك من النيوترونات الخاصة بها ما تكفي لتحفيز انشطار آخر.



إنفجار نووي انشطاري

ب- الأسلحة النووية الاندماجية:

وهي أحد أنواع الأسلحة النووية التي تكمن مصدر قوتها في عملية الاندماج النووي، عندما تتحد أنوية خفيفة الكتلة مثل عنصر الديتيريوم Deuterium وعنصر الليثيوم لتكوين عناصر أثقل من ناحية الكتلة حيث تتم تحفيز سلسلة من عمليات الاتحاد بين هذين العنصرين وتنتج من هذه السلسلة من عمليات الاندماج كميات كبيرة من الطاقة الحركية، ويطلق على القنابل المصنعة بهذه الطريقة اسم القنابل الهيدروجينية أو القنابل النووية الحرارية، لأن سلسلة الاندماج المحفزة بين أنوية هذه العناصر الخفيفة تتطلب كميات كبيرة من الحرارة تصل مليون درجه مئوية، تستطيع القنابل الهيدروجينية أحداث أضرار بالغة تصل إلى 50 ميجا طن (50 مليون طن من TNT) مثل التي حققتها إحدى القنابل التجريبية التي اختبرها الاتحاد السوفييتي، إلا أن عائق الحجم والوزن وتحدي الربط برأس الصاروخ الناقل يجعل القنابل الهيدروجينية المستخدمة حالياً أقل قوة حيث تصل 5 ميجا طن فقط.



إنفجار نووي اندماجي

3- إنفجار كيميائي:

هو تحول المادة المتفجرة إلى غازات نتيجة تفاعل للمواد مع بعضها في ظروف معينة، وهو مبدأ المتفجرات التقليدية التي سنعني بدراستها والتعرف عليها.



إنفجار كيميائي تقليدي

إن الحرارة الناتجة من عملية الإنفجار الكيميائي قد تصل من 1000 – 5000 درجة مئوية والضغط الناتج قد يصل إلى 108 طناً للسنتيمتر المربع الواحد، وفي مقارنة لهذا الضغط بضغط البخار الخارج من وعاء الضغط نجد أنه في هذه الحالة الأخيرة لا يتعدى عدة كيلو جرامات للسنتيمتر المربع الواحد.

المبادئ الأساسية للإنفجارات

هناك مبدأ عملي معروف وهو أن المادة لا تفنى ولا تُستَحدَث من العدم (إلا بأمر الله) ولكن تتحول من شكل إلى آخر وكثير من المواد الطبيعية تحتوي على طاقة كامنة رهيبة، وإذا ما سمح لهذه الطاقة أن تخرج أو تتحول إلى شكل آخر نراها تفعل العجب العجاب ومن هذه المواد الطبيعية المواد المتفجرة، وعملية تحويل الطاقة في هذه المواد من شكل إلى آخر يمكن أن يُعَبَرُ عنها بالإنفجار، ويحدث الإنفجار عندما يسمح للطاقة الكامنة أو المحجوزة داخل المادة أن تنطلق فجأة لتؤثر على البيئة المحيطة، فالإنفجار هو انطلاق مفاجئ للطاقة، ولذلك فتعريف المادة المتفجرة بأنها المادة (أو الخليط الناتج من عدة مواد) الذي يتصف بالتالي:

* قدرة عالية على إنتاج غاز تحت ظروف الضغط العالي.

* قدرة عالية على إنتاج هذا الغاز وبسرعة عالية بحيث يجعل البيئة المحيطة تتعرض لضغط (إجهاد) ديناميكي قوي ومؤثر.

التفاعل الكيميائي للمتفجرات:

حتى يحدث الإنفجار الكيميائي يجب أن تتوافر في التفاعل الكيميائي الظروف التالية:

1- تكوين الغازات بكمية كبيرة جداً.

2- إنتاج كمية عالية من الحرارة.

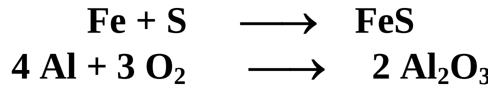
3- سرعة التفاعل الكيميائي أو سرعة خروج الغازات.

4- تأثر المادة الكيميائية المتفجرة بالمحرض.

1- تكوين الغازات:

عندما نشعل الخشب أو الفحم في الجو، الكربون والهيدروجين كمادة مشتعلة سوف يرتبط مع الأكسجين في الجو ليعطي (CO_2 and H_2O) بخار الماء وثاني أكسيد الكربون، وفي النهاية سيعطي لهب ودخان، لكن عندما يطحن الخشب أو الفحم ستصبح مساحة الاحتراق أفضل لأن مساحة اتصال الفحم مع الأكسجين أكبر وبالتالي

سيكون الاشتعال أسرع منه في الحالة السابقة، عندما يطحن الخشب أو الفحم بحيث يصبح ناعم جداً كالغبار وغمرناه بالأكسجين السائل وحاولنا إشعاله سينتج عن ذلك إنفجار وليس اشتعال وذلك لأنه توافرت فيه خروج الغازات بكمية كبيرة وبسرعة كبيرة وبالتالي حدث الإنفجار، لكن بالرغم من أن تفاعل الحديد مع الكبريت سريع وكذلك احتراق الألمنيوم سريع إلا أن هذه التفاعلات ليست إنفجاريه لعدم خروج كمية غازات كبيرة من هذين التفاعلين وتعتبر تفاعلات عادية.



$$Fe + S \longrightarrow FeS$$

$$4\,Al + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Al_2O_3$$

2- تولد الحرارة:

إنتاج الحرارة بكمية كبيرة يجب أن يكون بسرعة كبيرة جداً لأن هذه الحرارة تجعل الغازات تتمدد بسرعة فينتج عنها ضغط الإنفجار، لقد لوحظ إذا تولدت الحرارة وإن كانت عالية، ببطء لا يتولد إنفجاراً.

3- سرعة التفاعل الكيميائي:

يتميز التفاعل الإنفجاري بسرعته عن كل التفاعلات الكيميائية السريعة الأخرى ولكن بشرط إنتاج كمية حرارة عالية، فعلى سبيل المثال خلط النيتروجين والأكسجين يحدث بسرعة عالية ويعطي كمية كبيرة من غاز أكسيد النيتريك لكن لا يعتبر هذا التفاعل متفجر لأنه لا ينتج حرارة بل يستهلك حرارة.



$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO \qquad - 43,200 \text{ Calories}$$

4- بداية التفاعل الإنفجاري:

التفاعل يجب أن يحرض بمحرض سواء كان شعلة أو صدمة قادرة على بداية التفاعل الإنفجاري وأن يكون هذا المحرض متناسب مع كمية المادة المتفجرة، طبعاً بدون هذا الشرط الرابع لا تعتبر المادة الكيميائية مادة متفجرة إلا إذا تم تحريضها بمحرض منطقي.

تصنيف المواد المتفجرة

أولاً: تصنف المواد المتفجرة حسب طبيعتها:

1- متفجرات صلبة:

مثل TNT، RDX.



متفجرات TNT



متفجرات RDX

2- متفجرات عجينية:

مثل السيمتكس Semtex، وC_4 وتسمى أيضاً متفجرات بلاستيكية.



متفجرات السيمتكس Semtex



متفجرات C4

3- متفجرات سائلة:

مثل النيتروجليكول والنيتروجليسرين.



متفجرات النيتروجليكول



متفجرات النيتروجليسرين

4- متفجرات غازية:

مثل خليط غاز الميثان (CH_4 غاز الطبخ) وغاز الأوكسجين.



خليط غاز الميثان مع غاز الأكسجين في نفس الأنبوبة

ثانياً: تصنف المواد المتفجرة حسب تركيبها

1- مركبات كيماوية Chemical Compounds:

وهي عبارة عن مواد كيماوية تتحد مع بعضها البعض وتتفاعل لينتج عنها مركبات كيماوية جديدة لها خصائصها الخاصة بها حيث تفقد كل من المركبات الداخلة في التفاعل خصائصها الأولية، مثل TNT وRDX والنيتروجليكول وحامض البكريك والنيتروجليسرين.

2- مركبات فيزيائية:

وهي عبارة عن مواد يمتزج مع بعضها البعض ليكون خليطاً حيث تحتفظ كل مادة بخصائصها الأولية، مثل الديناميت الذي يتكون من نيتروجليسرين ونشارة الخشب، والبارود الأسود الذي يتركب من نترات البوتاسيوم والفحم والكبريت واختلاط غاز الميثان مع الأكسجين، والبارود الأبيض الذي يتكون من نترات بوتاسيوم وسكر.

ثالثاً: تصنف المواد المتفجرة حسب الاستخدامات المختلفة للمتفجرات:

1- استخدامات عسكرية:

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم في الأغراض العسكرية مثل تعبئة العبوات والقذائف والصواريخ والقنابل وتتميز هذه المتفجرات بسرعة إنفجارها العالية، وهذه المواد تقسم إلى قسمين: مواد تستخدم في الأغراض التدميرية مثل TNT وبعض خلائطه، ومواد تستخدم في اختراق الدبابات مثل RDX وHMX.

2- استخدامات مدنية:

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم فقط في الأغراض المدنية مثل شق الطرق والأنفاق والتي تستخدم في الألعاب النارية، وغالباً ما تكون على هيئة مسحوق أو عجينه حتى يمكن تعبئتها في حفر التفجير، وعادة لا تزيد سرعتها الإنفجارية عن 5000 متر/ ثانية، ومن أمثلتها نترات الأمونيوم والديناميت وخلطة ANFO (خليط نترات الأمونيوم مع الكيروسين أو زيت السيارات).

3- متفجرات تستخدم للحرارة والإضاءة:

مثل مسحوق الماغنيسيوم ومسحوق الألمنيوم وجميعها تستعمل لرفع الحساسية للخليط المتفجر أثناء الإنفجار وإنتاج حرارة وإضاءة بعد الإنفجار غير أن الماغنيسيوم يعطي إضاءة أكثر من الحرارة، لذا يستخدم في صناعة القنابل المضيئة أما الألمنيوم فعلى العكس فهو يعطي حرارة أكثر من الإضاءة.

4- متفجرات دافعة:

وتستعمل لدفع الصواريخ والقذائف والطلقات مثل خليط وقود الصواريخ السائل، البارود الأسود، النيتروسليلوز، والكوردايت، وبيركلورات الأمونيوم وخلائطها التي تستخدم في إنتاج وقود الصواريخ الصلب (خليط بيروكلوارت الأمونيوم مع براده الألمنيوم والإبوكسي).

5- مواد متفجرة دخانية:

وهي مركبات لإنتاج الدخان والألعاب النارية وإشارات الاستغاثة وغير ذلك من الاستخدامات المتنوعة مثل الفوسفور الأبيض.

6- مواد متفجرة صوتية:

وهي عبارة عن مركبات تستخدم لإعطاء صوت عالي جداً بدون تدمير ومثال عليها خليط كلورات البوتاسيوم مع بنزوات الصوديوم.

رابعاً: تصنف المواد المتفجرة حسب سرعة تحولها إلى غازات إلى:

1- المتفجرات عالية القوة: (مواد متفجرة Detonation)

هي المواد المتفجرة التي تتحول تحت تأثير المؤثر الخارجي إلى إنفجار بسرعة كبيرة، ويتولد عنها غازات ذات ضغط كبير لها قوة تدميرية هائلة، ومن أمثلتها الديناميت و TNT و RDX و HMX.

خواصها:

1. يتم تحولها إلى غازات بسرعة كبيرة مصحوبة بحرارة وصوت وضوء ولهب.
2. سرعة الإنفجار تكون بين 1000- 10000متر/ ثانية.

2 – المتفجرات ضعيفة القوة: (مواد مشتعلة Deflagration)

هي أنواع من المتفجرات عند احتراقها تتحول تدريجياً وببطء نسبي مما يكسب الغازات الناتجة عنها ضغطاً منتظماً له خاصية الدفع بسرعة متزايدة، وهي لا تعطي

إنفجاراً إلا إذا كبحت من خلال كابح، ولذلك تستخدم في تعبئة خراطيش المقذوفات ومن أمثلتها الكوردايت والبارود الأسود والبارود الأبيض والنيتروسليلوز.

خواصها:

1. يتم تحولها إلى غازات يصحبها صوت وضوء ولهب إذا كبحت.
2. سرعة الاحتراق تكون بين 400 – 1000 متر/ ثانية.
3. الغرض منها إعطاء قوة دفع، وتستعمل في دفع المقذوفات.
4. يمكن التحكم في سرعة التحول بواسطة التحكم في السطح المعرض للاحتراق.



دوافع الصواريخ

المتفجرات عالية القوة High Order Explosive

تنقسم المواد المتفجرة من حيث الحساسية إلى ثلاث أنواع:

1- مواد متفجرة بادئة: (حساسة)

هي عبارة عن مواد شديدة الحساسية وقابلة للإنفجار نتيجة أي مؤثر خارجي مثل (الحرارة، الاحتكاك، الضغط، الصدمة) وتكون هذه المواد مادة أساسية في تصنيع الصواعق حيث يبدأ بها الإنفجار لاستجابتها السريعة للمؤثرات الخارجية وكأمثلة على هذه المواد:

- فلمنات الزئبق
- فلمنات الفضة
- أزيد الرصاص
- أزيد الفضة
- ستفينات الرصاص
- بيروكسيد الأستون

2- مواد متفجرة مكبرة أو مضخمة أو منشطة Booster: (نصف حساسة)

وهي مواد أقل حساسية من المواد الحساسة وأكثر أماناً، وتتأثر بالمؤثرات الخارجية ولكن ليس كالمواد الحساسة وعادة تستخدم مثل هذه المواد كوسائط في المتفجرات (بمعنى نقل الموجة الإنفجارية من المادة الحساسة إلى المواد العديمة الحساسية وتكبيرها) وذلك لأن سرعتها الإنفجارية تكون عالية بالمقارنة بالسرعة الإنفجارية للمواد الحساسة، فعلى سبيل المثال سرعة إنفجار فلمنات الزئبق تساوي تقريباً 4500 متر في الثانية، في حين سرعة إنفجار RDX كمادة مضخمة تصل إلى 8600 متر في الثانية، ومن أمثلتها:

- البنترايت أو البيتان PETN وهي اختصار إلى **P**enta **E**rythritol **T**etra **N**itrate.
- أر دي اكس RDX أو هيكسوجين Hexogen.
- حمض البكريك Picric Acid.
- التيتريل Tetryl.
- HMX.
- C4.

3- مواد متفجرة ثانوية (خاملة)

وهـي مـواد عديمـة الحساسـية لأنـها لا تتـأثر بالعوامـل الخارجيـة ولا تنفجـر إلا بالصـعق (الصـاعق) ويطلق عليها عادة اسم المواد البليدة أو الخاملـة، وكأمثلـة علـى هذه المواد:

- ت. ن. ت (TNT)
- نيترو يوريا
- نترات الأمونيوم
- نترات النشا
- بكرات الأمونيوم
- نترات اليوريا



بلوك وزنه 1 باوند من TNT



بلوك وزنه 1 باوند من نترات النشا

قواعد التعامل مع المتفجرات

لا تشكل المتفجرات خطراً إلا إذا أهملنا التقيد بعدد من التدابير الوقائية البسيطة التي تتعلق باستعمال المتفجرات وتخزينها ونقلها. لاستعمال أي مادة متفجرة هناك قواعد عامة لابد من فهمها جيداً وهي مجموعة الإجراءات الواجب اتخاذها للحفاظ على سلامة الأشخاص الموجودين أثناء القيام بعملية تصنيع مادة متفجرة. وفي ما يلي قائمة طويلة من التوصيات يجب أن نأخذ بها حرصاً على حياتك أخي المجاهد وعلى حياة الآخرين.

أولاً: إجراءات الأمان العامة:

1- البسملة والتوكل على الله سبحانه وتعالى.

2- يجب عدم الاستهتار في التعامل مع المتفجرات لأن خطئك الأول في كثير من الأحيان هو الأخير.

3- المتفجرات لا تحترم الرتب.

4- يجب التعامل معها كأنها كائن حي (بالرفق واللين).

5- يجب التعامل معها في كل مرة كالتعامل معها أول مرة.

6- الاقتصار على أقل عدد ممكن من الأشخاص عند العمل بالمتفجرات.

7- التعامل معها بحذر دون خوف وبثقة دون غرور.

8- يجب عدم اللعب بالمواد وخلطها ببعضها لمجرد حب الاستطلاع.

9- عدم تعريضها للحرارة أو الرطوبة أو الطَرق والضغط.

10- لا تتعامل مع أي جسم أو أي مادة غير معروفة لك سابقاً، وإياك أن تخلط أي مادتين كيميائيتين مع بعضهما دون أن تكون عندك معلومات كافية عن كل منهما.

11- يمنع التدخين منعاً باتاً أثناء التعامل مع المتفجرات. "بإذن الله المؤمن لا يدخن".

12- يمنع التعامل مع المتفجرات أثناء الشرود الذهني.

13- يجب قص الأظافر الطويلة لكي لا تحمل المواد السامة ويجب عدم حك العينين بالأصابع وغسل اليدين بعد التعامل مع المتفجرات والأفضل لبس القفازات اليدوية.

14- يجب إبلاغ المهندس المسئول بأي حادث يطرأ أثناء العمل.

15- عدم الاحتفاظ بالمادة المتفجرة جافة إذا كانت حساسة للطرق والحرارة، لذلك يجب غمرها بالماء وتغطية الوعاء لأن الماء سيجف مع طول المدة.

16- التأكد من عدم تسرب غاز من أنابيب الغاز الموجودة في المخزن.

17- ممنوع استخدام أواني العمل في الأكل والشرب.

ثانياً: قواعد التعامل مع الصواعق:

1- يمنع حمل الصواعق في أماكن الارتكاز في الجسم.

2- يمنع منعاً باتاً تخزين الصواعق مع المواد المتفجرة.

3- الانتباه للصواعق التي يظهر على غلافها حبيبات بيضاء أو خضراء لأنها حساسة جداً.

4- الانتباه للصواعق التي تعرضت لضربات أو ظهر عليها الاهتراء.

5- يجب عدم تعريض الصواعق للطرق أو الضغط أو الحرارة أو الرطوبة.

6- إياك أن تشد أسلاك الصاعق الكهربائي أو تسحبها.

7- يجب عزل أطراف أسلاك الصواعق الكهربائية باللاصق.

8- لا تدخل مسماراً أو أي جسم داخل الصاعق من الفتحة المخصصة للفتيل.

9- أحذر من الضغط على الصواعق بالأسنان أو السكين أو أي أداة أخرى.

ثالثاً: تخزين المتفجرات:

1- عادة يكون المخزن تحت الأرض.

2- يجب أن يكون المخزن مقاوماً للنار والرصاص والبرق، كما يجب أن يكون مقاوماً للعوامل الجوية ولا يتأثر بها كالجفاف والرطوبة مع مراعاة التهوية المستمرة.

3- تبعد المخازن عن بعضها بحيث لا يتأثر الواحد منها بإنفجار الآخر لا قدر الله وإذا انفجر أحد المخازن يجب أن لا تطال شظاياه المخازن الأخرى وتسبب في إنفجارها. ولتحقيق هذا الأمان يحاط كل مخزن على مسافة منه بالتراب المرصوص الذي يحرف موجة الصدم ويوقف الشظايا المتطايرة.

4- لا تترك مخازن المتفجرات بدون حراسة.

5- ممنوع منعاً باتاً تخزين الصواعق والمواد المتفجرة بجانب بعضها البعض.

6- لا تخزن مواد متفجرة غير حساسة مع مواد متفجرة حساسة في نفس المكان إلا إذا كانت المواد الحساسة تحت الماء في وعاء مغلق.

7- تجنب تخزين كميات كبيرة من المتفجرات في مكان واحد، بحيث تخزن بكميات كبيرة لا تتجاوز الحد الأقصى المعين بالنسبة لبعد المخزن عن أقرب مخزن آخر أو مكان مأهول.

8- يجب عدم تكديس الصناديق التي تحتوي المتفجرات عالياً لأن ذلك يعرضها لخطر الوقوع الخطر.

9- يجب عدم تخزين الصناديق مباشرة على الأرض، بل يجب وضعها فوق حمالات خشبية صغيرة تسمح بمرور الهواء وتكون بعيدة عن رطوبة الأرض.

10- عند تخزين مواد متفجرة إضافية يجب مراعاة وضعها بحيث يكون من الممكن الوصول إلى المتفجرات القديمة والمخزونة سابقاً.

11- تعلق على كل صندوق لافتة سهلة القراءة بنوع المتفجرات التي تحتويها وكميتها وتاريخ إدخالها إلى المخزن.

12- يجب تحريك المتفجرات بعناية لتجنب كل تصدع من شأنه أن يسمح للمتفجرات بالانقلاب من صناديقها والانتشار بشكل غبار.

13- يجب عدم سحب الصناديق على الأرض بل حملها ووضعها بهدوء.

14- يجب عدم وضع الصواعق الكهربائية بالقرب من أي مصدر للكهرباء.

15- يجب تقليب الديناميت كل شهر وكتابة آخر تاريخ تم فيه ذلك خوفاً من الترشيح.

16- يجب أن تكون تهوية وأفضل تهوية هي الطقس الجاف والحرارة القليلة الارتفاع لتجنب التكثيف على جدران المخزن.

17- يجب تجنب دخول الهواء الخارجي أثناء الحرارة المرتفعة والطقس الرطب والممطر وأثناء ذوبان الثلج.

18- جميع المواد المتفجرة التي تبدو عليها مظاهر فساد، أو تبدو مجهولة تعتبر مشبوهة ويجب إخراجها من المخزن وتلفها إما إغراقاً أو حرقاً أو تفجيراً.

رابعاً: التدابير ضد النار والحرارة:

1- يمنع الدخول إلى مخازن المتفجرات بصحبة أشياء يمكن أن تولد شرارات (أشياء معدنية، أحذية ممسمرة ...).

2- يمنع التدخين أو حمل قداحات أو كبريت أو إشعال النار.

3- وضع ستائر معتمة على النوافذ المعرضة للشمس.

4- توضع اللمبات في كوى إنارة معزولة بواسطة أحجبة من الزجاج السميك.

5- يجب أن توصل الأسلاك الموصلة الخارجية إلى اللمبة من اتجاهين متعاكسين تجنباً للتماس.

6- لإنارة زوايا لا تصلها الإنارة العامة أو إذا كانت الإنارة العامة مطفأة تستعمل مصابيح كهربائية يدوية ويمنع منعاً باتاً استخدام مصابيح نفطية أو مصدر نار مباشر داخل المخزن.

7- عدم ترك أوراق الشجر والأعشاب تتراكم حول المخزن خصوصاً إذا كانت جافة خوفاً من النيران في دائرة 10 متر.

8- عدم فتح صناديق المتفجرات أبداً باستعمال أدوات معدنية تولد الشرار عند الاحتكاك.

خامساً: أخطار غبار المتفجرات:

إن الغبار الناتج عن تفتت المتفجرات على الأرض أو الجدران أو الأثاث أو الألبسة يمكن أن ينفجر وينقل الإنفجار بسهولة، لذا وجب اتخاذ الاحتياطات الدقيقة لتجنب هذا الخطر، ويجب أن تكون جدران وسطوح المخازن ملساء جداً وأن تنظف باستمرار بخرقة مبللة، وبعد التنظيف يجب جمع الأوساخ التي تنتج منها بعناية وحرقها في مكان بعيد أو إغراقها بالماء.

مخاطر استنشاق غبار المواد المتفجرة السامة على الإنسان:

TNT: التعـرض للـ TNT يمكـن أن يحصـل باستنشـاق غبـاره، أو عبـر الجهـاز الهضـمي أو عن طريـق الجلـد، عنـد الاصـابة بالـ TNT ينخفض عدد خلايـا الـدم الحمراء وينخفض الهيموغلوبين، ويحدث ضمور في الكبد، مع العلم أن أخذ واحد جرام من الـ T.N.T من خلال الفم كافية لقتل الإنسان.

النيتروجليسرين: التعرض المستمر للنيتروجليسرين يسبب صداعاً شديداً ويخفض ضغط الدم.

الهكسوجين RDX: يعتبر غبار (RDX) سام وأثبتت التجارب أن التعرض المستمر وبجرعات كبيرة لغبار السايكلونايت (RDX) يسبب التشنجات، يتضمن التسمم بالـ RDX تأثيرات على الأمعاء، الجهاز العصبي المركزي والجهاز الكلوي.

الأوكتـوجين (HMX): قابلية HMX المنخفضـة جداً للذوبان في المـاء (مقارنـة بـRDX) جعلت السمية على هذا المركب أضعف عما هو عليه مع RDX.

سادساً: نقل المواد المتفجرة:

1- يجب عدم نقل الصواعق في نفس الآلية التي تنقل المتفجرات، أما إذا استحال ذلك فتوضع الصواعق في مؤخرة الآلية والمتفجرات في مقدمته مع مراعاة مسافة أمان حتى لا يؤدي إنفجار الصواعق أو إحداها إلى تفجير هذه المواد.

2- يجب فصل الصواعق عن البطاريات أو أي مصدر للطاقة خلال عملية النقل، أما إذا استحال ذلك فتراعى مسافة أمان حتى لا يحصل أي تماس.

3- قم بتثبيت المواد المنقولة جيداً في أماكنها لتفادي الارتجاج والحركة عند نقلها.

4- يجب أن تكون المسافة بين الآليات أكثر من 50 متر.

5- يجب تجنب الصدمات (مطبات، حفر).

6- يجب عدم تكديس المتفجرات عالياً.

7- على السائق التقيد بشدة بقوانين السير وأن يحاول الابتعاد قدر الإمكان عن مناطق الازدحام، وعدم التوقف بجوار الأماكن التي يصدر عنها نار.

8- يمنع العناصر المكلفين والغير مكلفين بالنقل بالركوب في الآلية التي تنقل المتفجرات، ويسمح فقط للمكلفين بالنقل بالركوب في حال نقل متفجرات فقط أو صواعق فقط.

سابعاً: الاستعمال أثناء التدريب:

1- كل مجموعة تقوم بالتدريب على التفجير يجب أن تجهز بسيارة إسعاف لنقل المصابين في حال حصول إصابات لا قدر الله.

2- إنذار كل وحدة مجاورة لاتخاذ تدابير الحيطة اللازمة.

3- يجب الاتفاق على إشارة خاصة بالإنذار والاستعداد وإشارة خاصة بالتفجير.

4- إجبار جميع العناصر على ارتداء الخوذة الواقية.

5- توفير أجهزة اتصال لاسلكية أثناء التدريب بحيث لا تستخدم مطلقاً بجوار الصواعق لأنه ثبت بالدليل القاطع أنه أثناء الضغط على جهاز الاتصال تخرج موجات كهرومغناطيسية تفجر الصواعق إذا كان قريب مسافة 50 سم.

6- جمع جميع العناصر في مكان آمن.

7- في حال عدم توفر ملجأ توضع العناصر على مسافة كافية من مكان الإنفجار بحيث لا تتأثر به وبالشظايا، بحيث يكون وجهها نحو مكان الإنفجار وظهرها للشمس، لتتمكن من رؤية ما قد يتساقط عليها من شظايا واجتنابها.

8- تحديد طريق انسحاب العنصر المكلف بالتفجير إلى المكان الذي يلجأ إليه في حال التفجير المؤقت.

9- التقيد بتدابير الحيطة اللازمة لتجهيز أجهزة التفجير وتحضير العبوات.

10- لا يعطي القائد الأمر بالتفجير إلا بعد أن يتأكد من أن جميع تدابير الحيطة اللازمة قد طبقت، عندئذ يأمر بإعطاء إشارة الإنذار والاستعداد، وبعد ذلك يأمر بإعطاء إشارة التفجير.

ملاحظة: قواعد التعامل مع المتفجرات وضعت لأول مرة في أمريكا خلال الحرب العالمية الأولى لأنه حدثت معهم عدة إنفجارات في تخزين الذخائر خلال الحرب.

الفصل الثالث

تعريفات عن المتفجرات

تعريفات عن المتفجرات

السرعة الإنفجارية:

هي السرعة التي تنتقل بها موجة الإنفجار داخل جزيئات المادة وتتراوح عادة من 1000 – 10000 متر/ثانية، وذلك في المتفجرات عالية القوة، أما في المتفجرات ضعيفة القوة (المواد المشتعلة) فتتراوح عادة من 400 – 1000 متر في الثانية.

توجد ثلاث عوامل تؤثر على السرعة الإنفجارية في المادة المتفجرة، وهي نعومة المادة وتجانسها، وزيادة سماكة المادة المتفجرة، والكابح. إذا كانت المادة المتفجرة مكبوحة بكابح تكون أقوى من نفس المادة الغير مكبوحة بنسبة 30% زيادة على الأقل، سرعة الموجة الإنفجارية في معظم المتفجرات الغازية تتراوح بين 1800 – 3000 متر/ثانية.

قوة الإنفجار:

هي كمية الغازات الناتجة عن كمية معينة من مادة شديدة الإنفجار، أي إنها تتوقف مباشرة على حجم الغازات الناتجة عن الإنفجار التي تولد الشغل التدميري، يتم قياس قوة الإنفجار باختبار بلوك الرصاص. ويمكن معرفة قوة المادة المتفجرة من خلال حجم الغازات المتولدة من المادة بالإضافة إلى الحرارة المتولدة من الإنفجار.

Generated Power = Q X V
Q = Heat Of Explosion,   V = Volume Of Gas

الحساسية:

هي مدى قابلية المادة الكيميائية المتفجرة للإنفجار تحت تأثير العوامل المحرضة الخارجية التي تسبب التفجير مثل الحرارة والصدمة والاحتكاك وغيرها، حساسية المادة المتفجرة مهمة جداً في اختيار المادة حسب المهمة. فعلى سبيل المثال المتفجرات الموجودة في الدروع الردية يجب أن تكون غير حساسة، كذلك المادة المتفجرة الكيميائية التي تستخدم في القنابل النووية يجب أن تكون غير حساسة بتاتاً خوفاً من أي إنفجار عفوي قد يحدث ويفجر القنبلة النووية.

الشراسة:

هي مقياس لمدى قوة مادة شديدة الإنفجار على تحطيم الأغراض، فإذا كانت قوة الإنفجار تقاس بحجم الغازات المتولدة، فإن الشراسة تقاس بسرعة تولد هذه الغازات والحرارة الناتجة من الإنفجار.

على سبيل المثال: إنفجار خزان غاز بروبان يعطي كمية هائلة من الطاقة الكيميائية لكن يقطع الحاوي إلى قطع كبيرة في حين أن 30 ميليلتر من مادة النيتروجليسرين لو انفجرت تقطع، بل وتنسف كل المحتوى بشكل كامل، هذا ما يعبر عنه في الشراسة وهو قدرة المادة المتفجرة على نسف وتحطيم الحاوي مثل حاوي القنابل والقذائف، وتحليل هذا أن سرعة التفاعل تكون كمية هائلة من الغازات في فترة قياسية صغيرة ترفع الضغط إلى قمته وهذا بدوره ما يحطم الحاوي.

اختبار الشراسة يتم من خلال اسطوانة جدارها من معدن الحديد المقوى، يتم وضع كمية محددة من المادة المتفجرة بالمقارنة مع TNT في داخل الاسطوانة المعدنية ثم يتم إنفجارها، بعد الإنفجار يتم جمع القطع التي قطعت نتيجة الإنفجار وجمعها وإحصائها.



اختبار إنفجار اسطوانة من الحديد بخمسين جرام من مادة بيتان PETN

ثباتية المواد المتفجرة:

ونعني بها محافظة المواد على مواصفاتها إلى فترة زمنية ممكنة في ظل ظروف جوية وفيزياوية متعددة ومتقلبة وهذا يعتمد على العوامل التالية:

1. امتصاص الرطوبة:

وهذا يعني قابلية المادة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها، وكلما قلت هذه القابلية كلما زادت الثباتية والكفاءة والعكس صحيح، لأن الماء يعمل على تقليل حساسية وقوة وسرعة الإنفجار، بالإضافة أنه يعمل على تآكل المعدن الذي يحتوي المادة المتفجرة، فنلاحظ أن الديناميت الجيلاتيني مقاوم إلى الماء، في حين المتفجرات التي تعتمد على نترات الأمونيوم غير مقاومة لامتصاص الرطوبة.

2. الحساسية:

كلما زادت حساسية المادة المتفجرة زادت احتمالات إنفجارها أثناء الخزن لذلك يفضل تصنيع أقل كمية لازمة من المواد الحساسة وإذا ما تم تصنيعها بكميات كبيرة يفضل تخزينها تحت الماء، معظم المتفجرات تكون آمنة وفعالة في درجات حرارة من – 10 إلى + 30، لكن إذا ارتفعت درجة الحرارة أكثر من ذلك قد تكون عرضة للإنفجار، كذلك بعض المتفجرات إذا انخفضت درجة الحرارة أقل من – 10 لا تعمل، كذلك معظم المواد المتفجرة تكون غير آمنة إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 70 درجة مئوية.

3. نقاوة المادة المتفجرة:

حيث أن وجود شوائب في هذه المواد، خصوصاً إذا كانت بقايا حمض يساعد في التفكك الذاتي لها مما قد يؤدي إلى تلفها أو إنفجارها، خصوصاً إذا كانت الحرارة عالية.

القطر الحرج:

وهو القطر الأدنى للحشوة المتفجرة، وأقل منه لا يمكن أن يحدث إنفجار في الحشوة لأن الموجة الإنفجارية لا يمكن أن تأخذ مجراها، ويتم هذا الاختبار من خلال استخدام عدة حشوات بسماكات مختلفة لغاية أقل سماكة عندها المادة لا تتفجر. فعلى سبيل المثال القطر الحرج لمادة TNT يساوي 28 مليمتر.



الكثافة:

هي قسمة الوزن على الحجم. الكثافة= $\frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{كيلو جرام}}{\text{اللتر}} = \frac{\text{جرام}}{\text{مل لتر}}$.

حسب طريقة الضغط المستخدمة في ضغط المادة المتفجرة، يمكن الحصول على دقة 80-99% من الكثافة الحقيقية المطلقة للمادة المتفجرة، بطبيعة الحال الضغط العالي للمادة يرفع كثافتها ويجعلها أكثر مقاومة لتحفيز الإنفجار، إذا زادت الكثافة عن حدها الأقصى، ممكن بلورات بعض المواد تصبح أكثر نعومة وبالتالي تصبح أكثر حساسية للإنفجار، كما أن بعض المواد نتيجة الضغط الزائد قد تصل إلى حد الخمول المطلق الذي يمنع إنفجارها، سرعة المادة الإنفجارية مع كثافتها تعتبر من أهم الأمور التي تؤثر على كمية الطاقة الناتجة.

مقاومة الحرارة والبرودة:

لهذه الناحية أهمية كبيرة لاسيما عندما تستعمل المتفجرات في المناطق الباردة أو الحارة، فالحرارة يمكن أن تتسبب بتغييرات مهمة في المتفجرات، فمن الممكن أن يميع المتفجر أو يصبح أقل صلابة، وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط، وبالتالي زيادة الكثافة، كما ويمكن أن تنفصل بعض المواد الموجودة في المواد المتفجرة وخاصة التي تحتوي على مواد دهنية، والبرودة تضعف استجابة المادة المتفجرة للإنفجار.

الرشح:

وخصوصاً إذا كانت المادة المنفصلة حساسة (الديناميت الذي يرشح النيتروجليسرين عندما يكون تصنيعه رديئاً).



أصبع ديناميت

سمومية الغازات الناتجة:

أخطر الغازات الناتجة عن الإنفجارات هي أول أكسيد الكربون وهو عديم اللون والرائحة والطعم، ففي الإنفجارات في الهواء الطلق تتبدد الغازات بسرعة، أما في الأماكن المقفلة كالسراديب والملاجئ فلا تتبدد بسهولة لذا يظل جو التنفس خطراً لمدة طويلة إذا لم تؤمن تهوية المكان.

الإنفجار بالعدوى:

هي قدرة مادة متفجرة على نقل الإنفجار إلى مادة أخرى موضوعة على مقربة منها سواء لامستها أم لم تلامسها، إن عملية نقل الإنفجار من حشوة إلى حشوة أخرى تتعلق بالأمور التالية:

- سرعة الموجة الإنفجارية للمادة المتفجرة المانحة.
- حساسية المادة المتفجرة المستقبلة.
- الحاجز بين المادتين إن وجد.
- وضعية الحشوات من بعضها.



انفجار بالعدوى بين بلوكات C4 في اتلاف الذخائر



بنجالور طوله ٢٠ متر



البنجالور أثناء انفجاره



آثار الموجة الانفجارية على الأرض

انفجار بالعدوى في بنجالور طوله 20 متر

نقطة الإنفجار:

هي درجة الحرارة التي تنفجر عندها المادة عندما تصل إليها سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة.

التبخر:

وهي قابلية المادة المتفجرة للتبخر نتيجة تفكك بعض جزيئاتها لذلك هذه الخاصية تقدح في ثباتية واستقرار المادة المتفجرة وبالتالي يصبح التعامل مع هذه المواد خطير.

المحرض الخارجي:

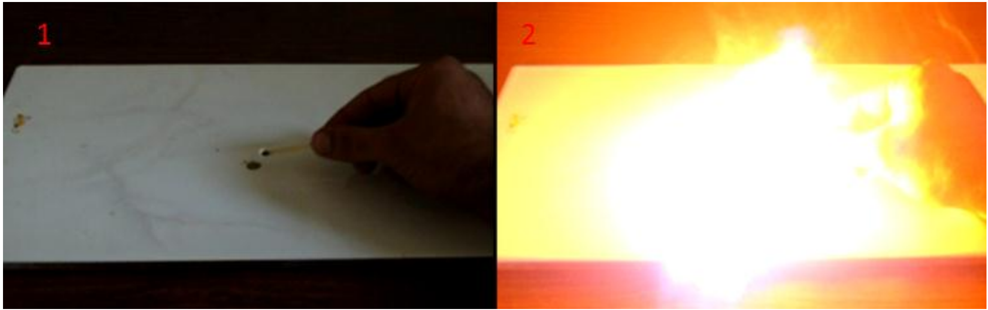
وهو عبارة عن محفز ومهيج من خارج جسم المادة المتفجرة تتأثر به المادة المتفجرة لتتحول إلى كمية هائلة من الغازات، وهذا المحرض يعتبر بمثابة بادئ للإنفجار أو ما نسميه بالصاعق.

والمحرضات أنواع:

1- الحرارية: وقد تكون مباشرة كالشعلة وغير مباشرة كالتسخين.



فلمنات زئبق تنفجر بالتسخين



فلمنات زئبق تنفجر بالنار المباشرة

2- ميكانيكية: (الطرق - الاحتكاك - الوخز - الضغط).



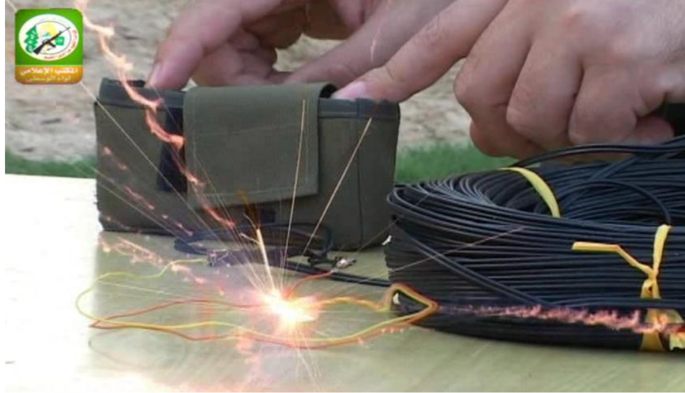
فلمنات زئبق تنفجر بالطرق

3- كيميائية: تفاعل بين مادتين (كإضافة مادة حمض الكبريتيك المركز إلى مادة بيروكسيد الأسيتون (ثلج أبيض) مما يؤدي إلى إنفجار فوري، إضافة أي حمض إلى مادة (الردة) R-salt ينتج عنه اشتعال المادة ومن ثم إنفجارها.



الردة R-Salt تحترق بملامسة الحمض

2- **كهربائية:** كإيصال مصدر كهربائي إلى سلك تنجستون ملامس لمادة حساسة مما يؤدي إلى إنفجار المادة.



مشعل صاعق ينفجر بالتوصيل الكهربائي

الفصل الرابع
أسماء وخصائص المواد المتفجرة

أسماء وخصائص المواد المتفجرة

خصائص المتفجرات:

إن دراسة خصائص المتفجرات مهم جداً لنتعرف على نوع المادة المتفجرة التي لدينا والخصائص التي سوف نتطرق إليها نوعان:

1- الخصائص الفيزيائية.   **2- الخصائص الكيميائية.**

أولاً: الخصائص الفيزيائية:

هي الخصائص التي تتعلق بالصفات الطبيعية للمادة وهي كثيرة وسوف ندرس منها ما يمكن أن نستفيد منه ضمن إمكانياتنا المتاحة وهي:

1- اللون: وهو عنصر أساسي في تحديد المادة المتفجرة.

2- الكثافة (g/cm^3 أو جم/سم^3): ويمكن اللجوء لهذه الخاصية للتفريق بين نوعين من المواد المتفجرة لها نفس اللون، ويتم حسابها بقسمة الوزن على الحجم للمادة المتفجرة.

3- درجة الانصهار: وهي درجة الحرارة التي يتم فيها انصهار مادة متفجرة وتحولها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة لكي يتم صناعة الأشكال التي نريدها.

4- الحساسية للاحتكاك: وهي مدى قدرة مادة متفجرة ما على مقاومة الاحتكاك بمادة أكثر صلابة وخشونة تسبب إنفجارها.

5- الحساسية للصدمة: هي مدى قدرة مادة متفجرة ما على مقاومة الصدمة التي تنتج من جسم آخر أو إنفجار قريب منها.

6- درجة حرارة الإنفجار: هي درجة الحرارة التي إذا تعرضت إليها مادة متفجرة ما فإنها تنفجر ولكل مادة متفجرة درجة حرارة إنفجار يجب معرفتها والحذر منها.

7- سرعة الإنفجار: هي السرعة التي تنتقل بها موجة الإنفجار داخل جزيئات المادة وتتراوح عادة من 1000 – 10000 متر في الثانية. وذلك في المتفجرات عالية القوة، أما في المتفجرات ضعيفة القوة (المواد المشتعلة) فتتراوح عادة من 400 – 1000 متر في الثانية.

ثانياً: الخصائص الكيميائية:

1- الذوبان في الماء:

بعض المتفجرات تذوب في الماء بشراهة، لذلك تجد أن العبوة التي تحتوي على هذه المواد تتعرض للتلف في حال إهمالها، كما أنه يوجد متفجرات تعمل تحت الماء دون أن تتأثر بالوسط المحيط. لذلك يجب معرفة المتفجرات المحبة للماء والمتفجرات الكارهة للماء للاحتياط في عملية التخزين وعملية الاستخدام.

2- الذوبان في المذيبات العضوية:

بعض المتفجرات تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون، التنر، البنزين، وغيرها من المذيبات الشائعة.

3- سرعة الاشتعال ولون الغاز المتصاعد:

وهي تعطي انطباع عن كمية الشوائب وكمية الأكسجين الموجودة في المادة المتفجرة.



احتراق النيتروسليلوز   احتراق البارود

أسماء وخصائص المتفجرات البادئة

هي متفجرات محرضة وظيفتها تحريض غيرها من المتفجرات وهي أكثر المواد حساسية وهي حساسة للصدم والاحتكاك والحرارة وشرارة الكهرباء والإشعاع الكهرومغناطيسي، وتستخدم في صناعة الصواعق كبادئ للعملية الإنفجارية، ولها قابلية للاشتعال من خلال اتصال مباشر مع شرارة كهربائية وسرعتها الموجية منخفضة إذا ما قورنت بالمواد المتفجرة الخاملة والنصف حساسة، وبعد محاولات البحث العديدة في العلاقة الكائنة بين البنية الجزيئية للمادة وخواصها اتضح أن المحرضات أو البوادئ هي المتفجرات الوحيدة التي تتمتع بعلاقة واضحة بين الصفة الإنفجارية والبنية وعليها أن تتصف بالشرطين التاليين:

1- أن تتمتع بحساسية شديدة تجعلها تشتعل مدوية عندما تمس لهباً أو مادة متقدة أو عندما تتلقى صدمة أو احتكاكاً معتدلين.

2- أن تكون صالحة لنقل الإنفجار إلى المتفجرات الأخرى التي هي على تماس معها.

ومن الأمثلة عليها:

- فلمنات الزئبق.
- فلمنات الفضة.
- أزيد الفضة.
- أزيد الرصاص.
- ستيفنات الرصاص.
- ثلاثي أيودين النيتروجين.
- بروكسيد الهيكسامين.
- بروكسيد الأسيتون.

هيمنت فلمنات الزئبق كمادة بادئة لغاية الحرب العالمية الثانية على الرغم من ظهور أزيد الرصاص في الحرب العالمية الأولى.

فلمنات الزئبق Mercury Fulminate

الرمز الكيميائي: $Hg\ (CNO)_2$.

تاريخها: اكتشف فلمنات الزئبق (الزئبق المتفجر) عام 1788م على يد الفرنسي الكيميائي بيرثوليت، وفي عام 1864م اخترع ألفريد نوبل الصاعق المعدني واستخدم فيه فلمنات الزئبق كبادئ للإنفجار بدلاً من البارود الأسود.

تعريفها: هي مادة حساسة جداً للاحتكاك والصدمة والكهرباء وتتأثر بالرطوبة فتنخفض قدرتها على الإنفجار، فعند نسبة رطوبة 15% تشتعل ولا تنفجر، وعند نسبة 30% لا تشتعل ولا تنفجر ويضاف إليها الماء لتقليل أخطار تداولها وتخزينها، ويرمز إليها بـ (MF) Mercury Fulminate، وتسمى أيضاً سيانات الزئبق، لها عدة ألوان أبيض وبني فاتح ورمادي وأنقاها الرمادي، والأبيض أكثرها حساسية، كل حسب طريقة التحضير وكمية الشوائب الموجودة في المواد المحضرة، تستخدم في صناعة الصواعق والكبسولات لمختلف أنواع الذخائر، عندها نقص في الأكسجين.



كثافتها: 4.43 جم/سم^3 (g/cm^3).

درجة انصهارها: تنفجر عند درجة انصهارها.

درجة حرارة بدء الإنفجار: وهي جافة تساوي من 170-180 درجة مئوية.

الحرارة الناتجة من الإنفجار: 3530 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: تتراوح سرعة الإنفجار للفلمنات بين 4300 - 4500 متر/ثانية.

وعند عمل خليط من الفلمنات مع كلورات البوتاسيوم بنسبه 15: 85 وكثافة 3.16 جم/سم^3 فإن هذا الخليط ينفجر بمعدل سرعة إنفجار 4090 متر/ثانية.

قوة الإنفجار: قوتها 0.5 بالمقارنة مع TNT.
شراسة المادة: 0.3 بالمقارنة مع شراسة TNT.
الحساسية: وهي جافة تعتبر حساسة جداً للصدمة والاحتكاك ويمكن أن تنفجر بأي شرارة أو لهب وهي حساسة للصدمة أكثر من أزيد الرصاص.
القطر الحرج: تنفجر ولو كانت غبار.
الثبات الكيميائي: تعتبر الفلمنات من المواد الثابتة القوية.
الذائبية: عديمة الذوبان في الماء البارد وتذوب بعض الشيء في الماء المغلي، لكنها تذوب في الإيثانول.
مقاومة الحرارة والبرودة: تعتبر مستقرة فيما يخص الحرارة لأنها تتحمل درجة حرارة 160 درجة مئوية.
تأثير الضوء وأشعة الشمس: فلمنات الزئبق حساسة لضوء الشمس والبلورات البيضاء أكثر حساسية من الرمادية وعند التعرض لضوء الشمس تتصاعد منها كمية من الغازات، ومن الممكن أن تسبب هذه الأشعة حدوث إنفجار للفلمنات إذا كانت قوية.
التفاعل مع المعادن: لا تتفاعل مع معدن النحاس الجاف لذلك تصنع صواعقها منه لكنها عندما تكون رطبة فأنها تتفكك ببطء عند تماسها للمعادن المؤكسدة وخاصة النحاس إذ يحل النحاس محل الزئبق مشكلاً فلمنات النحاس الأقل حساسية بكثير تجاه الصدم وهذا يشرح سبب عطل كثير من القذائف الرطبة والقديمة، بينما تتفاعل مع معدن الألمنيوم لتكون مركبات غير قابلة للإنفجار (AL_2O_3).
التبخر: قليلة التبخر في الهواء نظراً لكثافتها العالية وارتفاع درجة انصهارها نسبياً.
النقل والتخزين: تنقل وتخزن وهي تحت الماء في أواني زجاجية أو بلاستيكية مغلقة وعند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها في إناء مسطح بلاستيكي في جو الغرفة وبدون تعرضها للضوء، لا تحتفظ بالفلمنات إذا كانت رطبة في وعاء نحاسي حتى لا تتحول إلى فلمنات النحاس وتتلف.
السمية: سامة مثل جميع أملاح الزئبق.

أزيد الرصاص Lead Azide

الرمز الكيميائي: $Pb(N_3)_2$

تاريخها: أول مرة تم تحضير أزيد الرصاص وأزيد الفضة وأزيد الزئبق كان عام 1893م في برلين، لكن حدثت الكثير من الإنفجارات مما أخر استخدام الأزيد. عام 1909م، تم استخدام الأزيد في صناعة الكبسولات وفي عام 1914م تم استخدامه في صناعة الصواعق في ألمانيا بعدما تم خلطه مع الدكسترين التي تخفف من حساسيته.

تعريفها: هي مادة متفجرة غير عضوية، بيضاء اللون، تستخدم كمادة بادئة في الصواعق والكبسولات، وهي تعد من أهم المواد المتفجرة الأولية لأنها الأكثر استخداماً في العالم، وهي أقدر على الصعق من الفلمنات لذلك إذا استخدمت في الصواعق تكون بكميات أقل من الفلمنات، أقل كمية من الفلمنات تصعق TNT هي 0.240 جرام أما الأزيد فيمكن استخدام 0.160 جرام. لا يحتوي في تركيبه على ذرة الأكسجين.



كثافتها: (4.71)جم/سم^3.

درجة انصهارها: 350 درجة مئوية وعندها ينفجر.

درجة حرارة بدء الإنفجار: هي نفس درجة انصهاره 350 درجة مئوية.

الحرارة الناتجة من الإنفجار: 3720 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: 5300 م/ث وهي السرعة القصوى.

قوة الإنفجار: قوتها 0.37 بالمقارنة مع TNT.

شراسة المادة: 0.4 بالمقارنة مع شراسة TNT.

الحساسية: أقل حساسية للاحتكاك والصدمة والحرارة من الفلمنات.

القطر الحرج: تنفجر ولو كانت غبار.

الثبات الكيميائي: تعتبر مادة مستقرة أكثر من الفلمنات نظراً لعدم امتصاص الرطوبة وتحملها لدرجات الحرارة العالية.

الذائبية: عديم الذوبان في الماء البارد ويذوب في الماء المغلي بنسبة بسيطة، وليس جذوباً للرطوبة ويشتعل مدوياً حتى ولو كان فيه 50% من الماء وإذا أصبح أكثر رطوبة غدا أقل حساسية بكثير من الفلمنات ولذلك عند تخزينه بكميات كبيرة يحفظ تحت الماء أو في آنية مصنوعة من معدني الألمنيوم أو الزنك وفي درجة حرارة ما بين 5 – 25 م.

مقاومة الحرارة والبرودة: هي مادة مقاومة للحرارة ولذلك تعتبر من المتفجرات المقاومة الحرارة والتي تستخدم استخدامات خاصة مثل سفن الفضاء.

تأثير الضوء وأشعة الشمس: يتأثر أزيد الرصاص بالضوء فيترسب الرصاص على بلوراته فيتغير لونها من الأبيض إلى الرمادي الذي تختلف شدته باختلاف مدة تعرضه للضوء ومدى شدته وإذا تعرض الأزيد إلى أشعة الشمس أو أشعة الضوء ما فوق البنفسجي تعرضاً طويلاً جداً فإن ذلك يؤدي إلى إنفجاره.

التفاعل مع المعادن: تصنع صواعقه من الألمنيوم أو الزنك لأنه لا يتفاعل معهما.

التبخر: قليلة التبخر في الهواء نظراً لكثافتها العالية وارتفاع درجة انصهارها.

النقل والتخزين: تنقل وتخزن وهي تحت الماء في أواني زجاجية أو بلاستيكية مغلقة وعند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها في إناء مسطح بلاستيكي في جو الغرفة وبدون تعرضها للضوء.

السمية: التعرض المستمر له يسبب تهيج حاد في العيون وتهيج في الجهاز التنفسي، لكن ابتلاعها قد يسبب القتل، الأعراض الرئيسية للتسمم بأزيد الرصاص انخفاض ضغط الدم وفقر الدم واضطرابات النوم، والتعب والشلل.

أسماء وخصائص المتفجرات المنشطة أو المضخمة

هي مواد متفجرة لها سرعة إنفجارية عالية وقوة تدميرية عالية وحساسيتها متوسطة، لذا فهي تستخدم كمنشط لتضخيم الموجة الإنفجارية من المتفجرات الأولية إلى المتفجرات الثانوية الأقل حساسية لذا فهي تسمى بوستر Booster، ومن أمثلة هذه المواد:

- حمض البكريك Picric Acid.
- التيترايل Tetryl.
- الهيكسوجين(RDX).
- الأوكتوجين (H.M.X).
- CL-20 (HNIW).
- البيتان PETN.



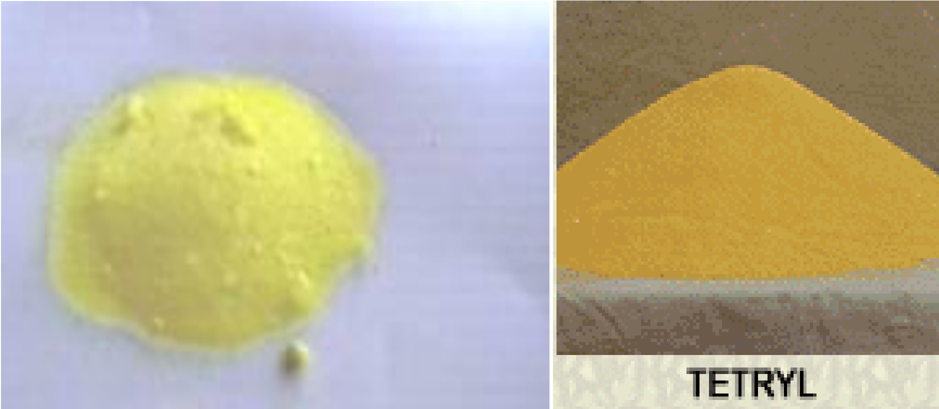
بوستر من خلطة البنتولايت يوضع في المواد المتفجرة

التيترايل Tetryl

الرمز الكيميائي: ($C_7H_5N_5O_8$).

تاريخها: تم تصنيعها أول مرة عام 1877م لكن أول استخدام لها كان في الحرب العالمية الأولى.

تعريفها: التيترايل مادة متفجرة نصف حساسة أو مادة متفجرة ثانوية حساسة، لها أسماء عديدة مثل: بيرونيت Pyronite وبالألماني تسمى تيتراليت Tetralite وبالروسي تسمى تيتريل Tetril. تستخدم في الألغام المضادة للأفراد مثل M14 Anti-Personnel Landmine وقذائف RPG الروسية، وفي الصواعق وكبوستر في الذخائر، لون بلوراتها صفراء مائلة للون البرتقالي، وليس لها رائحة مميزة.



كثافتها: $1.73\ g/cm^3$.

درجة انصهارها: 129.5 درجة مئوية.

درجة الغليان: تتكسر وتنفجر عند 187 درجة مئوية.

درجة حرارة بدء الإنفجار: 187 درجة مئوية.

الحرارة الناتجة من الإنفجار: 2911 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: 7210 – 7700 متر/ثانية.

قوة الإنفجار: 1.37 بالمقارنة مع قوة TNT.

شراسة المادة: 1.23 بالمقارنة مع قوة TNT.

الحساسية: حساسة للصدمة والاحتكاك وإطلاق النار.

القطر الحرج: 13 ملم.

الثبات الكيميائي: لا تتحلل في درجة حرارة الغرفة، ولا تتفاعل مع المعادن وتبقى مستقرة ولو ارتفعت درجة الحرارة قليلاً، لكن ملامسة مادة التيترايل مع المواد المؤكسدة مثل الهيدرازين Hydrazine تسبب حريق ومن ثم إنفجار مباشر.

الذائبية: إلى حد ما لا تذوب في الماء لكنها تذوب في الأستون.

مقاومــة الحــرارة والبــرودة: مقاومتهـا للحـرارة معتدلـة لكـن لا يفضـل استخدامها فـي الأعمال التي فيها حرارة عالية.

تأثير الضوء وأشعة الشمس: أشعة الشمس تعمل على تكسير مادة التيترايل.

التفاعل مع المعادن: لا تتفاعل مع المعادن.

التبخر: ممكن أن يتبخر في درجة حرارة الغرفة على هيئة غبار سام.

النقل والتخزين: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.

السمية: تعتبر من المواد السامة وكذلك أبخرتها، لذلك تسبب سعلة وصداع في الرأس وفقد الشهية وتقيأ ونزيف في الأنف.

ميزان الأكسجين: يوجد نقص في الأكسجين يقدر ب 47.4%.

خلطاتها: يمكن خلطها مع TNT بالنسب التالية:

70% تيترايل + 30% TNT ويسمى الخليط حينها تيتريتول Tetrytol، كذلك يمكن خلط التيترايل مع نترات الأمونيوم وحينها يسمى الخليط فورتيكس Fortex.

الهكسوجين RDX

الرمز الكيميائي: $C_3H_6N_6O_6$

تاريخها: تم اكتشاف مادة الهكسوجين على يد الألماني جورج فريدرش عام 1898م لكنها لم تستخدم إلا في الحرب العالمية الثانية ومن الطرفين، ولكن في الغالب على هيئة خليط مع TNT، وسبب استخدامه بكميات كبيرة أنه لا يحتاج إلى المواد البترولية مثل البنزين في المواد الخام لتحضيره.

تعريفها: بلوراتها بيضاء اللون، وتعتبر من أشهر المواد المتفجرة النصف حساسة، وهي المادة الثانية الأكثر استخداما وشهرة بعد TNT في معظم دول العالم، وهي مادة آمنة وغير مكلفة وصنع منها أول مادة متفجرة بلاستيكية، ولها عدة أسماء، الاسم الأمريكي هو السيكلونيت Cyclonite، والاسم البريطاني هو RDX، أما الاسم الألماني هو الهكسوجين Hexogen، وتسمى أيضاً نترات الهكسامين وكذلك T_4.

تستخدم في رؤوس الصواريخ المضادة للدروع وكبوستر في معظم الذخائر وفي الصواعق، وفي حشوة قذائف RPG الصينية وفي الطوربيدات البحرية وتستخدم في سفن الفضاء، وتستخدم بكميات صغيرة في الألعاب النارية، وتستخدم كسم للفئران.



كثافتها: حوالي $1.8\ g/cm^3$.

درجة انصهارها: 205.5 درجة مئوية.

درجة الغليان: 234 درجة مئوية.

درجة حرارة بدء الإنفجار: °299 درجة مئوية.

الحرارة الناتجة من الإنفجار: 3380 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: 8750 متر/ثانية.

قوة الإنفجار: 1.69 بالمقارنة مع قوة TNT.

شراسة المادة: 1.25 بالمقارنة مع شراسة TNT.

الحساسية: وهي أقل حساسية من مادة PETN.

القطر الحرج: 3 ملم.

الثبات الكيميائي: له قوة ثبات عالية تجعله من أفضل المنشطات.

الذائبية: عديم الذوبان في الماء، ويذوب بسرعة في البنزين والأسيتون الساخنين.

مقاومة الحرارة والبرودة: مقاومته للحرارة عالية، حيث أنه يعتبر من المواد المتفجرة المقاومة للحرارة والتي تستخدم لاستخدامات خاصة.

تأثير الضوء وأشعة الشمس: لا يؤثر الضوء عليها لكن الأشعة الفوق بنفسجية قد تغير من لونها فقط من اللون الأبيض إلى اللون الأصفر الباهت.

التفاعل مع المعادن: لا تتفاعل مع المعادن.

التبخر: قليل التبخر.

النقل والتخزين: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.

السمية: وجد أن سميتها محدودة نظراً لصعوبة ذوبانها في الدم لكن استنشاق الغبار الناتج عنها ضار جداً وقد يسبب صدمة دموية تسبب توقف التنفس والدورة الدموية، وقد يسبب العقم، وقد يسبب السرطان، والجرعة القاتلة منها 20 ملغم/ كيلو جرام وزن.

ميزان الأكسجين: يوجد نقص في الأكسجين ويقدر ب 21.6%.

خلطاتها: يصنع منها العديد من الخلطات وسوف ندرسها في الخلائط المتفجرة.

ملاحظة: يمكننا الحصول على بلورات الـ (RDX) من المتفجرات العجينةC3, C4.
المواد المتفجرة البلاستيكية التي تعتمد على RDX تستخدم في صناعة القنابل النووية.

أسماء وخصائص المتفجرات الخاملة

هي متفجرات ثانوية غير حساسة (خاملة) تتميز بقدرتها على التدمير وتستخدم في أعمال التخريب المباشر ويوجد منها نوعين:

أ- متفجرات عسكرية: (عالية السرعة)

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم في الأغراض العسكرية، وهذا النوع هو الأكثر شيوعاً واستخداماً وهو المعتمد عليه في معظم التفجيرات مثل الديناميت العسكري بأنواعه والبلاستيك المتفجر، TNT، R-salt، TATB، Fox – 7، حيث تملأ بها العبوات والقذائف والصواريخ والقنابل التدميرية، وتتميز هذه المتفجرات بسرعة إنفجارها العالية (7000 م/ث تقريبا).

ب- متفجرات مدنية: (منخفضة السرعة)

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم فقط في الأغراض المدنية كأعمال الهدم للمباني وإنشاء الطرق وشق الأنفاق وأعمال المناجم وتكسير الصخور والتفجير تحت الماء وغيرها من الاستخدامات وعادة تكون المواد المستخدمة في الأعمال المدنية على شكل مسحوق أو عجينة حتى يمكن تعبئتها في حفر التفجير، وعادة لا تزيد سرعتها الإنفجارية عن 5000 متر/ ثانية، ومن أمثلتها نترات الأمونيوم والديناميت المدني وخلطة ANFO (خليط نترات الأمونيوم مع الكيروسين أو زيت السيارات).



متفجرات عسكرية



متفجرات مدنية

ثلاثي نيترو تولوين (TNT) Trinitrotoluene

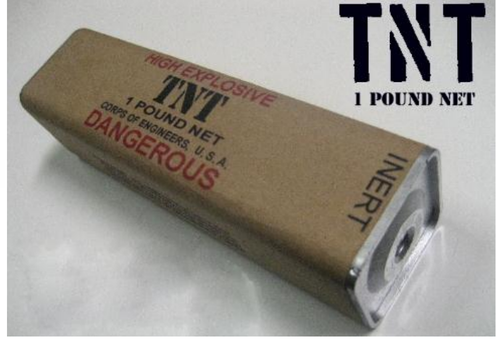
الرمز الكيميائي: $C_7H_5N_3O_6$

تاريخها: في عام 1863م تم تصنيع ثالث نيتروتولوين Tri Nitro Toluene والمعروف باختصار ت.ن.ت **TNT** على يد الألماني الكيميائي جوزف ويلبراند ولكن كان يستخدم كصبغة فقط، ثم اقترح العالم هوسرمان عام 1891م تفجير TNT، لكن لم تستخدم كمادة متفجرة إلا عام 1902م، وكانت روسيا وألمانيا أول من استخدمها.

تعريفها: هي مادة متفجرة كيميائية صفراء اللون، تقاس على قوتها كل الإنفجارات سواء كانت كيميائية أو حتى نووية، وهي أكثر مادة متفجرة تنتج في العالم أجمع. تباع في الأسواق على هيئة بلوكات بعدة أحجام 225 جرام (0.5 باوند)، 450 جرام (1 باوند)، 900 جرام (2 باوند)، لها عدة أسماء Trinitrotoluol، Trotol، Tritone، تستعمل في حشو الذخائر، كما تستعمل منفردة، أو على شكل مزائج مع مواد متفجرة أخرى، ويمكن استخدامها في البيئة الرطبة لأنها لا تذوب في الماء.





بلوكات TNT أمريكية الصنع، وزن باوند ونصف باوند استخدمت في الحرب العالمية الثانية



بلوكات TNT أمريكية الصنع، وزن نصف باوند حديثة



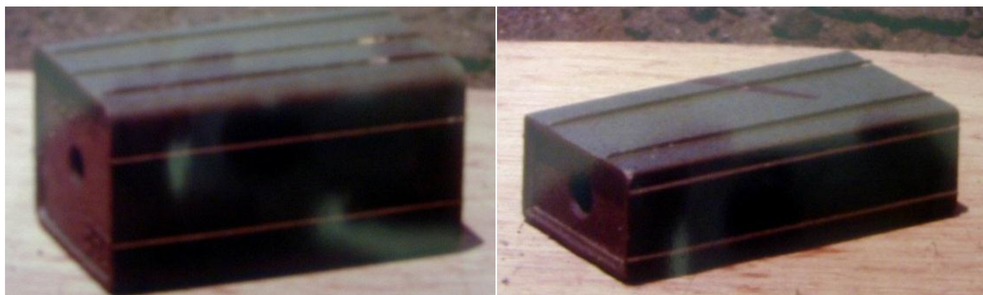
بلوك TNT إسرائيلي الصنع وزنه نصف كيلو جرام



ثلاث أحجام من بلوكات الـ TNT وهي باوند ونصف باوند وربع باوند



ثلاث أحجام من بلوكات الـ TNT الروسية وهي 100، 75، 50 جرام



بلوكات TNT روسية الصنع، وزن نصف باوند وباوند



صندوق بلوكات نصف باوند من TNT

كثافته: $1.654\ g/cm^3$.

درجة انصهاره: 80.35 درجة مئوية.

درجة غليانه: 295 وعندها يتكسر.

درجة حرارة بدء الإنفجار: 300 – 310 درجة مئوية.

الحرارة الناتجة من الإنفجار: 2950 درجة مئوية.

سرعته الإنفجارية: سرعة إنفجاره 6900 متر/ثانية.

قوة الإنفجار:1 وتقاس عليها كل المواد الأخرى.

شراسته المادة: 1 وتقاس عليها كل المواد الأخرى.

الحساسية: غير حساس للصدمة أو الاحتكاك وأقل خطورة في الاستعمال من سائر المواد المتفجرة الثانوية.

القطر الحرج: 28 ملم.

الثبات الكيميائي: مادة مستقرة لأنها خاملة ولا تتفاعل مع المعادن.

الذائبية: صعبة الذوبان في الماء، لكنها تذوب بشكل أفضل في الكحول وتذوب بسهولة في الأسيتون.

مقاومة الحرارة والبرودة: مقاومتها للحرارة ضعيفة نتيجة انخفاض درجة انصهارها.

تأثير الضوء وأشعة الشمس: عند تعرضه للضوء وأشعة الشمس فترة طويلة تتكون على سطحه طبقة سوداء أو بنية اللون تكون سبباً في ضعف قوته الإنفجارية.

التفاعل مع المعادن: لا يتفاعل مع المعادن لذلك كان يعتبر المتفجر المثالي للشحنة الأساسية في الذخائر ومازال.

التبخر: قليلة التبخر لكن غبارها سام.

النقل والتخزين: من عيوبه أنه عند تخزينه في أماكن حارة يبدأ في رشح مادة زيتية قد تولد إنفجاراً بالاحتكاك أو الارتجاج كما أنه عند حرقه بكميات كبيرة يمكن أن يتحول هذا الاحتراق إلى إنفجار.

السمية: هي مادة سامة يجب تجنب استنشاق غبارها أو ملامستها وهي عادة ما تصيب العاملين في إنتاجها بصفة مستمرة وبكميات كبيرة بالإسهال وضيق النفس وتضخم الطحال وربما تسبب مرض الأنيميا واضطراب المعدة وعسر الهضم وفقد الخصوبة عند الرجال ويمكن أن تسبب السرطان، وعندما تمتص سميته عن طريق الجلد يصيبه بالاصفرار وعند بداية العلاج يمنع المريض من ملامسة مادة (TNT) والراحة التامة لمدة يومين وإعطائه وجبات خاصة مثل الفواكه والحليب واللحوم وغيرها. في الحرب العالمية الثانية أصيب 379 عامل في أحد المصانع التي تصنع TNT بسميته وقتل منهم 22 عامل، حيث يكفي غرام واحد منها مع الأكل إلى قتل الإنسان خلال 12 ساعة.

ميزان الأكسجين: يوجد نقص في الأكسجين يقدر ب 73,9%.

خلطاتها: يمكن خلطها بالكثير من المواد المتفجرة والمواد الغير متفجرة بدون أي مشاكل جانبية.

الردة R-salt

الرمز الكيميائي: $C_3H_6N_6O_3$.

تاريخها: تم اكتشاف مادة R-salt عام 1934م على يد الألماني جريس Griess واستخدمت في الحرب العالمية الثانية.

تعريفها: هي مادة متفجرة صفراء اللون تقع بين المتفجرات الخاملة والمتفجرات النصف حساسة، يطلق عليها عدة أسماء منها تريوجين Triogen وهيكسامين دي نيتريت Hexamine Dinitrate. تستخدم عند كتائب القسام كحشوة لعبوات الخرق مثل عبوة شواظ وفي القنابل المتفجرة المرمزة برمز B، تستعمل بودرة الردة R-salt كمنشط (بوستر) للعبوات التي تعبئ بـ R-salt المصبوب صب، كلاسيكياً تستخدم في إنشاء الدروع الردية التفاعلية المحيطة بالدبابات لكن بكميات قليلة والمعظم تخلى عن إنتاجها لأنها مادة مسرطنة.



كثافتها: $1.508\ g/cm^3$.

درجة انصهارها: 102 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: سرعتها وهي عالية الكثافة (صب) 7800م/ث، أما سرعتها وهي قليلة الكثافة (بودرة مضغوطة) 7300م/ث.

مادة R-salt عند كثافة 0.85 جرام/سم^3 تكون حساسة إلى 0.3 جرام من فلمنات الزئبق، لكن عند كثافة 1.57 جرام/ سم^3 تحتاج إلى2.5 جرام من فلمنات الزئبق لكي تنفجر.

قوة الإنفجار: قوتها 1.25 بالمقارنة مع TNT.

شراسة المادة: 1.1 بالمقارنة مع شراسة TNT.

الحساسية: نصف حساسة إلى خاملة فهي أكثر حساسية من TNT.

القطر الحرج: 13 ملم.

الثبات الكيميائي: تتفاعل مع جميع الأحماض مسببة اشتعالها ومن ثم إنفجارها إذا كانت بكميات كبيرة، لذلك يمنع منعاً باتاً عمل أي خلائط بين هذه المادة وأي مادة يدخل في تركيبها الأحماض خوفاً من عدم نقاوة المادة المخلوطة من بقايا الأحماض.

الذائبية: لا تذوب في الماء، تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون والبنزين والكحول والكلوروفورم.

مقاومة الحرارة والبرودة: مقاومتها للحرارة ضعيفة نتيجة انخفاض درجة انصهارها.

التفاعل مع المعادن: لا تتفاعل مع المعادن.

التبخر Volatility: قليلة التبخر.

النقل والتخزين: يمنع تخزينها في أي مكان يخزن به أحماض، يمنع تخزينها مع مواد متفجرة أخرى لكي لا يحدث تفاعلات جانبية، ويتم تخزين الأسلحة المحشوة بمادة الردة (R-salt) معزولة عن الأسلحة المحشوة بمواد أخرى.

السمية: مادة سامة جداً وأبخرتها أثناء التحضير سامة وأسوأ مرض تسببه للإنسان هو مرض السرطان الخبيث، المادة الفعالة نيتروسامين Nitrosamine مسببة للسرطان لذلك يجب الحذر الشديد في تحضيرها.

ميزان الأكسجين: يوجد نقص بالأكسجين يقدر ب55.1%.

خلطاتها: يجب عدم خلطها مع أي من المواد المتفجرة الأخرى خوفاً من التفاعل مع أي بقايا حمض في المواد المتفجرة الأخرى، مع العلم لا يوجد أي مرجع علمي يذكر خلطاتها.

المتفجرات السائلة Liquid Explosives

استخدمت المواد المتفجرة السائلة في الحرب العالمية الثانية وخصوصاً مادة النيتروميثان Nitromethane في تنظيف حقول الألغام أمام الجنود في المعارك، السرعة الإنفجارية لمعظم المواد المتفجرة السائلة تقريباً 8000 متر/ثانية، تعتبر المواد المتفجرة السائلة من أفضل المواد المتفجرة استخداماً في البيئات المتجمدة (تحت الصفر)، يوجد مئات من المواد المتفجرة الصلبة لكن هناك 18 نوعاً من المواد المتفجرة السائلة المعروفة حتى الآن تقريباً، ومن أمثلتها:

- النيتروميثان Nitromethane.
- نيترو إيثان Nitroethane.
- النيتروجليسرين Nitroglycerine.
- النيتروجليكول Nitroglycol.
- النيتروبنزين Nitrobenzen.
- الاسترولايت Astrolite.



متفجرات سائلة

النيتروجليسرين Nitroglycerine (NG)

الرمز الكيميائي: $C_3H_5N_3O_9$.

تاريخها: في عام 1846م اكتشف العالم الإيطالي أسكانيو سوبريرو النيتروجليسرين السائل، وكانت حساسة جداً وحدثت فيها إنفجارات عديدة، وفي عام 1867م قام ألفريد نوبل بخلطها بالنيتروسليلوز وسمى الخليط بالديناميت المتفجر Dynamite.

تعريفها: هي سائل زيتي أبيض أو مصفر أو بني فاتح وهذه الألوان تعتمد على نقاء المواد الداخلة في تحضيره وهو في الأصل عديم اللون شفافاً عندما يكون نقياً وله رائحة مميزة، وتعتبر من الزيوت المتفجرة الخطيرة بسبب حساسيته العالية للاهتزاز حيث يمكن أن ينفجر عند أقل اهتزاز كما أن له قدرة تدميرية كبيرة وسرعته الإنفجارية عالية، وعادة تخفف حساسيته عند خلطه مع مواد أخرى لتشكيل مادة الديناميت، النيتروجليسرين لا يشتعل بسهولة ولكن إذا اشتعل يعطي لهب أخضر اللون، لها أسماء أخرى مثل جليسرول تري نيتريت Glycerol Trinitrate، وجليسريل تري نيتريت Glyceryl Trinitrate. استخدمت مادة النيتروجليسرين في خليط الكوردايت الدافع مع النيتروسليلوز، كذلك تستخدم في صناعة الديناميت المتفجر المدني والعسكري، كذلك يستخدم كعلاج بأسماء تجارية نيتروسبان Nitrospan، نيتروستات Nitrostat لمرضى الذبحة الصدرية، ويوجد بشكلين على هيئة حبوب وبخاخة.




كثافتها: 1.6 g/cm³ at 15 °C.

درجة انصهارها: 13.2 درجة مئوية.

درجة غليانها: تتكسر عند درجة حرارة 60 درجة مئوية.

درجة حرارة بدء الإنفجار: 200 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: 7700 متر/ثانية.

قوة الإنفجار: قوتها 1.7 بالمقارنة مع TNT.

شراسة المادة: 1.1 بالمقارنة مع شراسة TNT.

الحساسية: حساسة جداً للحرارة والصدمة والاحتكاك، ويمكن تفجيره بصدمة من طلقة كلاشنكوف، وقد وجد أن النيتروجليسرين المتجمد أقل خطراً وحساسية للإنفجار بالصدم من النيتروجليسرين السائل، إذا سقطت كمية من النيتروجليسرين السائل بوزن 2 كيلو جرام من ارتفاع 35 سم فإنها تنفجر.

القطر الحرج: 1 ملم.

الثبات الكيميائي: يعتبر من السوائل المتفجرة الثابتة لكنها غير مستقرة نظراً لحساسيتها.

الذائبية: غير قابل للذوبان في الماء ويذوب قليلاً عند زيادة درجة الحرارة وهو قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية مثل الكحول الإثيلي والبنزين والكلوروفورم وغيرها، والنيتروجليسرين نفسه مذيب قوي إذ تتم فيه إذابة النيتروسليلوز من أجل صناعة الكوردايت.

مقاومة الحرارة والبرودة: لا تعتبر مادة مقاومة للحرارة لكنها مقاومة للتجمد.

تأثير الضوء وأشعة الشمس: تعرضه للضوء وأشعة الشمس يسرع من عملية تحلله.

التفاعل مع المعادن: لا تتفاعل مع المعادن، لكن يفضل خزنها على هيئة مستحلب في البلاستيك لأنها مادة حساسة.

التبخر: مادة متبخره، كما معظم المواد المتفجرة السائلة تعتبر متطايرة.

النقل والتخزين: يحفظ النيتروجليسرين على هيئة مستحلب بنسبة 3 ماء و1 نيتروجليسرين حتى يكون آمن في نقله وتخزينه، ويمنع استخدام الخشب في النقل أو

الحفظ لأن النيتروجليسرين يمتص في الخشب ويكون الديناميت المتفجر، لذلك يفضل استخدام الألمونيوم أو البلاستيك، قانونياً يجب استهلاك النيتروجليسرين في نفس اليوم إما في الدوافع أو في الخلطات المتفجرة مثل الديناميت.

السمية: يعتبر النيتروجليسرين من السموم عالية الكفاءة فهو يعمل على انبساط الأوعية الدموية ويخفض ضغط الدم ويحدث التسمم أيضاً عن طريق استنشاق بخاره وقد يصاب العاملين في تحضيره بالإدمان عليه، ومن أهم أعراض التسمم صداع شديد في الرأس يعتصرها اعتصاراً والعلاج يكون بتعريض المصاب للهواء النقي المتجدد ثم يعطى حقنة مهدئه وعلى العاملين في إنتاجه الاغتسال يومياً وتغيير ملابسهم، كما أن نسبة 1 مل جرام من النيتروجليسرين في الهواء تعمل صداع شديد.

* **ميزان الأكسجين:** يوجد وفرة في الأكسجين وهو يساوي + 3.5 %.

* **خلطاتها:** عند صنع خلائط من مادة النيتروجليسرين فأن كل القياسات والنسب المتعلقة به تكون بالجرام وليس بالمليلتر أي يؤخذ النيتروجليسرين بالوزن وليس بالحجم، وهو أهم خلائط النيتروجليسرين هو الديناميت بأنواعه، لما يتميز به من أمان في التعامل بعكس النيتروجليسرين السائل.

خصائص الديناميت:

1- مادة ناعمة بألوان مختلفة.

2- فعاليتها أقل من النيتروجليسرين لكنها أكثر تحملاً للتخزين لفترات طويلة.

3- سرعتها الإنفجارية تتراوح بين 2000 إلى 7000 م/ث حسب نوع الخلطة، ويمكن أن تنفجر بالصدمات الشديدة المفاجئة.

4- الكثافة النوعية لها بين 1.2 – 1.6 جرام / سم^3 حسب نوع الخلطة.

عند تخزين الديناميت لمدة طويلة في المدى الحراري من 15 إلى 40 درجة مئوية فإن النيتروجليسرين ينفصل بالتدريج مما يجعله خطراً لذلك يجب تقليبه باستمرار، فالأفضل تخزينه عند درجة 10 مئوية إذا كان التخزين لمده طويلة.

النيتروجليكول Nitroglycol

الرمز الكيميائي: $C_2H_4N_2O_6$.

تاريخها: تم اكتشاف النيتروجليكول عام 1905م، لكن بدأ استخدامه بكثرة عام 1920م حيث حل محل النيتروجليسرين في كثير من الخلائط أو يكونان معاً في نفس الخلطة.

تعريفها: هو عبارة عن سائل عديم اللون عندما يكون نقياً ويكون أبيض أو أحمر أو أزرق حسب لون الجليكول المستخدم في التحضير وهو أكثر لزوجة بقليل من الماء وأقل لزوجة من النيتروجليسرين، ويعتبر من أفضل المواد التي تستخدم في الأجواء الباردة (20 تحت الصفر)، وتسمى أيضاً جليكول دي نيتريت Glycol Dinitrate، يستخدم في صناعة الديناميت الجيلاتيني وفي الكوردايت الدافع المستخدم في المناطق الباردة وهو أكثر استخداماً حالياً من النيتروجليسرين نظراً لأنه أكثر استقرارية منه.



روبوت يحمل مادة نيتروجليكول

كثافتها: $1.49\ g/cm^3$.

درجة انصهارها: 22.0- درجة مئوية.

درجة غليانها: تنفجر عند نفس الدرجة 197 درجة مئوية.

درجة حرارة بدء الإنفجار: 197 درجة مئوية.

سرعتها الإنفجارية: 7800 متر/ثانية.

قوة الإنفجار: قوتها 2 بالمقارنة مع TNT.

شراسة المادة: 1.2 بالمقارنة مع شراسة TNT.

الحساسية: أقل حساسية للحرارة وللصدم الميكانيكي من النيتروجليسرين.

القطر الحرج: 1 ملم.

الثبات الكيميائي: أكثر ثباتاً من النيتروجليسرين.

الذائبية: غير قابل للذوبان في الماء ويذوب قليلاً عند زيادة درجة الحرارة وهو قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية مثل الكحول الإثيلي والبنزين، وهو نفسه مذيب قوي أكثر من النيتروجليسرين، إذ تتم فيه إذابة النيتروسليلوز لصناعة الكوردايت.

مقاومة الحرارة والبرودة: متوسطة المقاومة للحرارة لكنها أفضل المواد المقاومة للبرودة.

تأثير الضوء وأشعة الشمس: تعرضه للضوء وأشعة الشمس يسرع من عملية تحلله.

التفاعل مع المعادن: لا تتفاعل مع المعادن.

التبخر: يعتبر من أكثر الزيوت الإنفجارية تطايراً وتبخراً.

النقل والتخزين: يمنع استخدام الخشب في النقل أو الحفظ لأن النيتروجليكول يمتص في الخشب ويكون الديناميت المتفجر، لذلك يفضل استخدام الألمونيوم أو البلاستيك، في النقل والتخزين ويعتبر آمن بالمقارنة بالنيتروجليسرين بشرط ألا يتعرض إلى صدمة قوية ويكون نقي جداً من الأحماض، وفي درجة حرارة 10 درجات مئوية.

السمية: يعمل على انخفاض ضغط الدم من خلال انبساط وتوسيع الأوعية الدموية، وغازاته تسبب الصداع وهو اكبر من الصداع الناتج من النيتروجليسرين.

ميزان الأكسجين: ميزان الأكسجين يساوي صفر.

خلطاتها: ينصح باستعمال النيتروجليكول في الديناميت الهلامي (الديناميت الجيلاتيني) والغرض من استعماله هنا فعله المضاد للتجمد.

الفصل الخامس

الخلائط المتفجرة

الخلائط المتفجرة Explosive Composition

بشكل عام المتفجرات عند انفجارها لها القدرة على إطلاق كمية كبيرة من الطاقة التدميرية بما يحيط بها، في بعض الحالات هذه الطاقة تكون غير كافية أو تكون زيادة عن المقدار المطلوب فنلجأ إلى خلائط تعدل من فعالية هذه المتفجرات حتى تناسب التدمير المطلوب بالضبط، في حالة الخلائط يحسب ميزان الأكسجين جيداً ولذلك يأخذ في الحسبان عند إضافة المادة الأخرى أن تحسن من ميزان الأكسجين، وبالتالي تقلل مخاطر غازات الانفجار الناتجة، كذلك في بعض الحالات يمكن إضافة المواد التي تخرج كمية كبيرة من الغازات مثل اليوريا، بشكل عام في حالة الدوافع بالذات يكون الاهتمام أكبر في حساب كمية الغاز والحرارة الصاعدة من الاحتراق، كذلك مخلفات الاحتراق.

يمكن استخدام المؤكسدات التالية في حالة الخلائط:

- بيركلورات الليثيوم Lithium Perchlorate.
- نترات المغنيسيوم Magnesium Nitrate.
- بيركلورات الماغنيسيوم Magnesium Perchlorate.
- نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate.
- بيركلورات البوتاسيوم Potassium Perchlorate.
- نترات الصوديوم Sodium Nitrate.
- بيركلورات الصوديوم Sodium Perchlorate.
- نترات السترونيوم Strontium Nitrate.
- كلورات البوتاسيوم Potassium Chlorate.
- نترات الباريوم Barium Nitrate.
- كلورات الصوديوم Sodium Chlorate.
- نترات الأمونيوم Ammonium Nitrate.

خلائط نترات الأمونيوم Ammonium Nitrate

الرمز الكيميائي: NH_4NO_3.

تعريفها: هي مادة متفجرة ضعيفة، وهي تجارياً سماد معروف يباع بكثرة لأنه من أفضل الأسمدة امتصاصاً عند النباتات نظراً لاحتوائها على النيتروجين، ولكنه عادة يباع وهو مخلوط مع مادة كربونات الكالسيوم (حجر الطباشير على شكل مسحوق) أو مع كبريتات الأمونيوم أو سماد الأمونياك أو مع كربونات الأمونيوم أو مع أملاح الفوسفات ومعادن أخرى، وهي سريعة الذوبان في الماء، تعادل قوة انفجار نترات الأمونيوم النقية حوالي 0.56 قوة مادة TNT، وفي خصائصها الانفجارية تعتبر نترات الأمونيوم مادة بليدة ومبطئة للانفجار، حيث تخفض درجة الحرارة الناتجة عن الانفجار بمقدار 1000 درجة رغم قوة بعض خلائطها (مع الألمنيوم) لذلك من الأفضل استخدام مادة متفجرة مناسبة لتكون منشطة لها، وهي تستخدم في الأعمال المدنية أكثر منها في الأعمال العسكرية، لكن يمكن أن تستخدم المتفجرات المدنية للأغراض العسكرية بصورة خاصة عند حصول نقص في المتفجرات العسكرية للأغراض التدميرية. تستخدم ظاهرة التحبيب حتى تمنع عملية التصلب في المواد، على شكل حبيبات أو كريات قطرها تقريباً 2 ملم حيث تقل مساحة التماس للجسيمات وبالتالي تقل إمكانية التصلب.

لونها: بلورات بيضاء عندما تكون نقية ومصفرة قليلاً بشكلها التجاري.

كثافتها: 1.725 g/cm^3.

درجة انصهارها: 169 درجة مئوية.

سرعتها الانفجارية: 3000 متر/ثانية.

ميزان الأكسجين: يوجد وفرة بالأكسجين 19.99+%.

القطر الحرج: يبلغ القطر الحرج في نترات الأمونيوم 10 سم ويعتمد القطر الحرج أيضاً على امتصاص نترات الأمونيوم للرطوبة فكلما زادت الرطوبة ازداد القطر الحرج للمادة.



نترات الأمونيوم

أهم خلائط نترات الأمونيوم هي:

1- خليط الآنفو ANFO:

لونه أصفر باهت، ويتكون من نترات الأمونيوم 90%، زيت معدني 10% مكون من (زيت سيارات 5%، كاز 5%). وسرعته الانفجارية 3600 متر/ثانية، وكثافته $1.5\ g/cm^3$. ويستخدم بكثرة في أعمال النسف والتدمير مثل شق الطرق.





2- خليط أمونال Ammonal:

لونه رصاصي غامق، ويتكون من نترات الأمونيوم 58%، بودرة ألمنيوم 21%، TNT 18%، بودرة فحم 2%. وسرعته الانفجارية 4400 متر/ثانية، وكثافته 1.5 g/cm^3. يستخدم في صناعة القنابل الهجومية الليلية لما لها من وميض وصوت قويان يؤثران سلبياً في معنويات أفراد العدو.

3- خليط أماتول Amatol:

لونه أصفر الى بني حسب عمر TNT، ويتكون من نترات أمونيوم 50%، TNT 50%. وسرعته الانفجارية 6200 متر/ثانية، وكثافته 1.55 g/cm^3. استخدم بكثرة في الحرب العالمية الثانية في الألغام والرؤوس الحربية وخصوصاً في صواريخ V-2 الألمانية. كلما زادت نسبة نترات الأمونيوم، كلما ازداد امتصاص الرطوبة والعكس صحيح، وكلما ازدادت نسبة نترات الأمونيوم في الخليط ازداد الدخان الأبيض بعد الانفجار، وكلما نقصت نترات الأمونيوم ازداد الدخان الأسود بعد الانفجار.



بلوكين من خليط الأماتول الألماني (وزن البلوك كيلو جرام)



خلائط TNT

1- خليط تريتونال Tritonal:

لونه رصاصي (لون بودرة الألمونيوم)، ويتكون من 80% TNT، بودرة ألمونيوم 20%. وسرعته الانفجارية 6700 متر/ثانية، وكثافته 1.73 g/cm^3. تستخدم في حشوة قنابل GBU-28 الموجهة بالليزر، حيث يوجد بها 286 كيلو جرام. قوتها بالنسبة لـ TNT تساوي 1.53، وشراستها بالنسبة لـ TNT تساوي 1.14، والحرارة الناتجة من الانفجار تساوي 4690 درجة مئوية نظراً لوجود بودرة الألمونيوم.







قنبلة GBU-28 الموجهة بالليزر مركبة على طائرة F-15

2- خليط بينتوليت Pentolite:

لونه أصفر باهت، ويتكون من TNT 50%، PETN 50%، وسرعته الانفجارية 7800 متر/ثانية، وكثافته 1.65 g/cm^3. يستخدم كبوستر في الحشوات المتفجرة.





بوستر بينتوليت Pentolite Boosters بأكثر من شكل وحجم

3- خليط تيتريتول Tetrytol:

لونه أصفر برتقالي، ويتكون من Tetryl 70%، TNT 30%، وسرعته الانفجارية 7315 متر/ثانية، وكثافته $1.61g/cm^3$. يستخدم كبوستر في الحشوات المتفجرة، وهو أفضل من التيتريل لوحده في الانفجار. تم تجهيز بلوكات منها ويرمز لها بـ Demolition M2. قوته بالنسبة لـ TNT تساوي 1.14، وشراسته بالنسبة لـ TNT تساوي 1.17.



بلوكين تيتريتول Tetrytol M2 Demoliton Block

ملاحظة: توجد خلطات تتكون من مادتين فقط من المتفجرات وسنذكر أمثلة منها:

1- أوكتول Octols: والذي يتكون من (HMX 70% + TNT 30%).

2- سيكلوتول Cyclotols: والذي يتكون من (RDX 70% + TNT 30%).

وتوجد خلطات تتكون من ثلاث أو أكثر من المواد مثل:

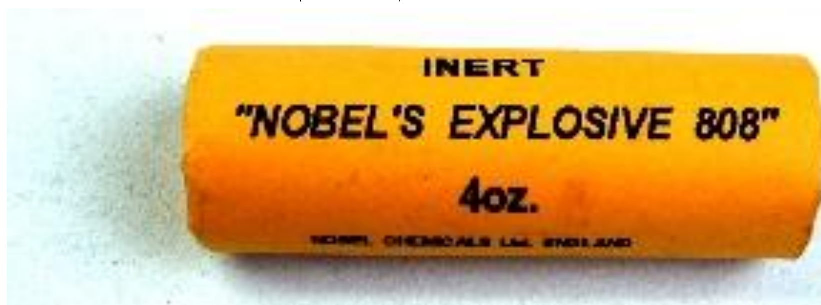
1- DBX: وتتكون من RDX%21 و 21% نترات الأمونيوم و TNT%40 و 18% بودرة ألمونيوم.

2- Minol: وتتكون من 40% TNT و 40% نترات أمونيوم و 20% بودرة ألمونيوم.

المتفجرات البلاستيكية Plastic Explosive

المتفجرات البلاستيكية هي مواد متفجرة خاصة تستخدم لأغراض خاصة، ويطلق عليها المتفجرات العجينية Putty explosives أو المتفجرات المرتبطة بالبلاستيك **P**lastic or **P**olymer -**B**onded E**x**plosives (**PBX**)، من أشهر المواد المتفجرة العجينية السيمتكس Semtex و C-4 المستخدمة في العالم، لها سرعات انفجارية عالية وكثافة عالية تؤهلها من تقطيع المعادن. المواد البلاستيكية الملدنة التي تضاف إلى المواد المتفجرة النقية تعمل على تقليل سرعتها وحساسيتها، وهي عبارة عن مواد متفجرة قوية لها شكل بلاستيكي، وتتكون من RDX أو PETN أو HMX مع كمية قليلة من الزيت ولاصق ملدن، وفي الخلطات البلاستكية يمكن استخدام المواد المثبطة مثل الشمع، وهذا فعال مع RDX، HMX و PETN. إضافة المواد المثبطة ساعد في ضغط المادة المتفجرة إلى أقصى حد ممكن، وبالتالي تزداد قوة المادة، الشمع يؤدي دورين كملدن ولاصق.

أول مادة متفجرة عجينية هي جيلجنيت Gelignite، تم اكتشافها عام 1875م على يد ألفريد نوبل، وفي بداية الحرب العالمية الثانية قامت بريطانيا بصناعة متفجر بلاستيكي بسيط يسمى متفجر 808 نوبل Nobel 808 Explosive، وكان لونه أخضر وله رائحة مميزة، وبعد صناعة هذه المادة أطلق أول مرة مصطلح متفجرات بلاستيكية Explosive Plastique وكان ذلك عام 1940م.



متفجر 808 نوبل Nobel 808 Explosive



حزمة من متفجر 808 نوبل Nobel 808 Explosive

خلال وبعد الحرب العالمية الثانية تم إكتشاف العديد من الخلائط البلاستيكية المعتمدة على RDX ومنها C وC-2 وC-3. C-3 كانت فعالة لكن في الأجواء الباردة تصبح هشة فتم استبدالها فيما بعد بـ C-4.

مميزات استخدام المتفجرات البلاستيكية:

1- عندما ترتبط المواد المتفجرة بالبلاستيك أو المطاط يساعدها في امتصاص الصدمات وبالتالي يقلل من حساسية المادة المتفجرة فتصبح المادة فعالة في الذخائر الغير حساسة.

2- يتم تشكيلها على هيئة بلوكات وحسب متطلبات الميدان يتم تشكيلها حسب الشكل المطلوب وهذا بفضل وجود البلاستيك الملدن في المادة المتفجرة.

3- يمكن ضغط المادة المتفجرة البلاستيكية على درجة حرارة الغرفة، كذلك الضغط يكون آمن مما يمكن من ضغطها إلى أعلى مستوى ممكن وبذلك ترتفع كثافة المادة المتفجرة مما يؤدي إلى ارتفاع قوة المادة عند الانفجار.

(a)



(b)



1- مركب Composition C-4 (Comp C-4):

لونه أبيض مصفر قليلاً، ويتكون من RDX 91%، لاصق بولي آيزو بيتيلين Polyisobutylene 2.1%، زيت ماتور Motor Oil 1.6%، ملدن إيثيل هيكسيل سيباكيت Ethylhexyl Sebacate 5.3%، سرعته الانفجارية 8100 متر/ثانية، وكثافته 1.59 g/cm^3. ليس له رائحة مميزة، وفعال في درجات الحرارة من −57 إلى +77 درجة مئوية، شراسته تساوي 1.2 بالمقارنة مع TNT وقوته تساوي 1.3 بالمقارنة مع TNT، وهو غير سام إلا إذا أخذ عن طريق الفم، لذلك يعتبر مركب C-4 أفضل متفجر بلاستيكي في العالم لحتى الآن. يستخدم بشكل ميداني حسب ما يتطلب الميدان من خلال شحنة تسمى بلوك M112 المستطيل، عرضه 5 سم (2 انش) وطوله 28 سم (11 انش) وارتفاعه 3.8 سم (1.5 انش)، ووزنه 1.25 باوند (567 جرام).











إعدام قذائف B-10 من خلال بلوكات C-4 في العراق على يد الجيش الأمريكي



بلوك M112 معجن في اليد

2- خليط السيمتكس Semtex:

تم اكتشاف السيمتكس في أواخر الخمسينات على يد الكيميائي التشيكوسلوفاكي بريبيرا، وهي تشبه مركب C-4 كمتفجر بلاستيكي سهل التشكيل ومقاومة للماء، وتعمل في درجة حرارة – 40 إلى 60 درجة مئوية، من الصعب تحديدها على أجهزة الفحص الموجودة في المطارات وهذا أدى إلى شهرتها في أيادي المقاومين، واستخدمت ليبيا هذا المتفجر في حادثة لوكربي الذي قتل فيها 270 شخص، واستخدمها الجيش الأحمر الايرلندي ضد بريطانيا بكثرة، وتستخدم في العراق وإيران وليبيا وسوريا، وهي متفجرات بلاستيكية ليس لها رائحة مميزة، وتبقى فعالة لمدة 10 سنوات. يوجد العديد من خلطاتها حسب الغرض المطلوب.

خليط سيمتكس 1 أي (Semtex 1A):

لونه أحمر، وسرعته الانفجارية 7200 متر/ثانية، وكثافته 1.4 g/cm^3، يستخدم في تدمير الباطون، ويعمل تحت الماء بشكل جيد. قوته تساوي 1.1 بالمقارنة مع TNT، وقطره الحرج يساوي 3 ملم.



خليط سيمتكس 1 أي Semtex 1A

خليط سيمتكس اتش (Semtex H):

لونه أصفر إلى برتقالي، وسرعته الانفجارية 7800 متر/ثانية، وكثافته 1.4 g/cm^3، تستخدم لتقطيع المعادن والصخور الصلبة. قوته تساوي 1.2 بالمقارنة مع TNT، وقطره الحرج يساوي 3 ملم.



خليط سيمتكس اتش Semtex H

خليط سيمتكس 10 (Semtex 10):

لونه أسود، وسرعته الانفجارية 7300 متر/ثانية، وكثافته 1.48 g/cm^3، تستخدم في تدمير الباطون، وتعمل تحت الماء بشكل. قوته تساوي 1.1 بالمقارنة مع TNT، وقطره الحرج يساوي 3.5 ملم.





خليط سيمتكس 10 (Semtex 10)

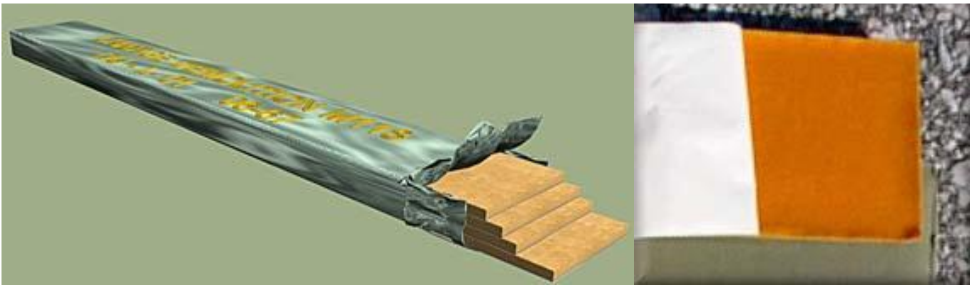
3- خليط فليكس-اكس (Flex-X) والاسم التجاري ديتاشيت Detasheet:

هو خليط متفجر مطاطي يشبه المتفجرات البلاستيكية، النوع التجاري منه لونه أحمر أو برتقالي أما النوع العسكري لونه أخضر أو أسود، وسرعته الانفجارية 7000 متر/ثانية، وكثافته 1.48g/cm^3، وهي مستقرة جداً لكنها غالية الثمن بالمقارنة مع المواد المتفجرة الأخرى، ويمكن تفجيره بالصاعق ولا يمكن تفجيره بإطلاق النار عليه من الأسلحة الخفيفة. سمكه يتراوح من 3 – 12 ملم، وهو خليط أمريكي الصنع، ويطلق عليها اسم EL-506. وهو غير سام إلا إذا أخذ عن طريق الفم، يوجد منه عدة أشكال.

شرائح وتوجد في حشوة M118:

طولها 25 سم وعرضها 7 سم وسمكها 6 ملم.





حشوة M118 Charge

رول وتوجد في حشوة M186 Charge:

طول الحشوة 15 متر وعرضها 7 سم وسمكها 6 ملم.



حشوة M186 Charge

صفيحة أو شيت Sheet Plastic Explosive:

طولها 25 سم، وعرضها 25 سم وسمكها 6 ملم، مع العلم توجد مقاسات أخرى مختلفة الأبعاد والسماكات حسب الحاجة.



الباب الثاني

التطبيقات الهندسية

الفصل الأول

الصـــــواعـق

الصـــــواعق Blasting Caps (Detonators)

هو المحرض الأساسي لتفجير المواد المتفجرة الثانوية، والذي يعطي صعقة أو موجة انفجارية من أجل تحريض المواد المتفجرة الثانوية، ويتكون الصاعق من مادتين أساسيتين، مادة بادئة حساسة مثل (فلمنات الزئبق، أزيد الرصاص، ستيفنات الرصاص)، ومادة ثانوية حساسة مثل (PETN، RDX، HMX) تقوم بتكبير أو تضخيم الموجة الانفجارية ونقلها إلى المواد الثانوية الخاملة مثل (TNT، R-salt، TATB)، وتكون المواد البادئة في أعلى منتصف الصاعق والمواد الثانوية الحساسة في الأسفل. تستخدم الصواعق في الأعمال العسكرية والهندسة الصناعية المدنية، وتعتبر أدوات حساسة جداً ويمكن أن تنفجر في حال عدم التعامل معها بالشكل المناسب، لذلك يجب حماية الصواعق من الصدمات والحرارة المرتفعة. ويوجد منه شكلين، صاعق أنبوبي وهو الشكل الأكثر استخداماً في العالم ودائري كالمستخدم في بعض الألغام.



صاعق دائري   صاعق أنبوبي

التاريخ:

أول مشعل للمواد المتفجرة كان صدفة (بقدر الله) عام 1745م على يد الدكتور واتسون Watson، وفي عام 1750م تم تصنيع أول مشعل كهربائي يتكون من ورقة أنبوبية تحتوي على بارود أسود. عام 1864م قام ألفريد نوبل باكتشاف أول صاعق متفجر واستخدم فيه فلمنات الزئبق في أنبوبة النحاس بدلاً من البارود الأسود حتى يفجر الديناميت والمواد المتفجرة الأخرى. وأول استخدام للصواعق التأخيرية كان عام 1910 على يد بريطانيا.

أنـواع الصـواعق

سوف ندرس أنواع الصواعق من حيث:

1- نوع الأنبوب.
2- آلية تفجيره.
3- كعب الصاعق.
4- المدة الزمنية.

أولاً: من حيث نوع الأنبوب:

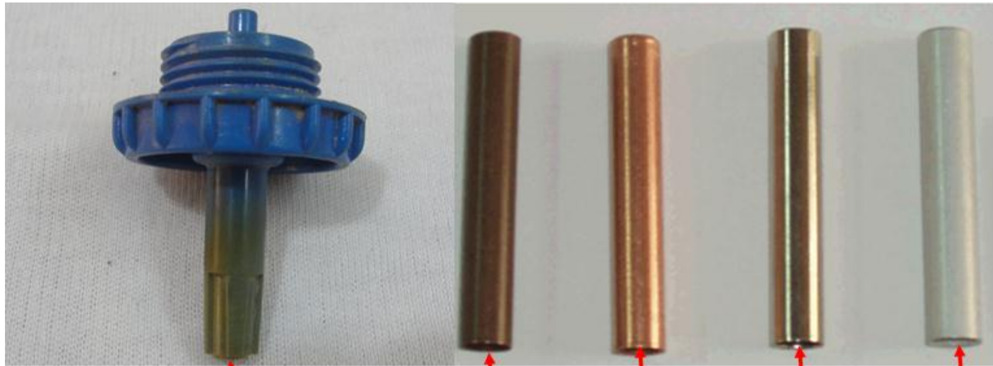
1- الألمنيوم أو سبيكة منه: وهو الأكثر استخداماً وانتشاراً في العالم، ويستخدم فيه مادة أزيد الرصاص كمادة بادئة حساسة.

2- النحاسي أو سبيكة منه: وهي أقل استخداماً وانتشاراً في العالم حالياً، ويستخدم فيه مادة فلمنات الزئبق كمادة بادئة حساسة.

3- البلاستيكي: ويستخدم غالباً في بعض الألغام الأرضية. ويستخدم فيه أي مادة بادئة حساسة، ويمتاز بعدم الانكشاف للمجسات التي تكشف المعادن.



صاعق ألمونيوم كلاسيكي، وصاعق نحاسي كلاسيكي، وصاعق بلاستيكي صهيوني



ألمونيوم   سبيكة ألمونيوم   نحاس   سبيكة نحاس   بلاستيكي للألغام

ثانياً: من حيث آلية تفجيره:

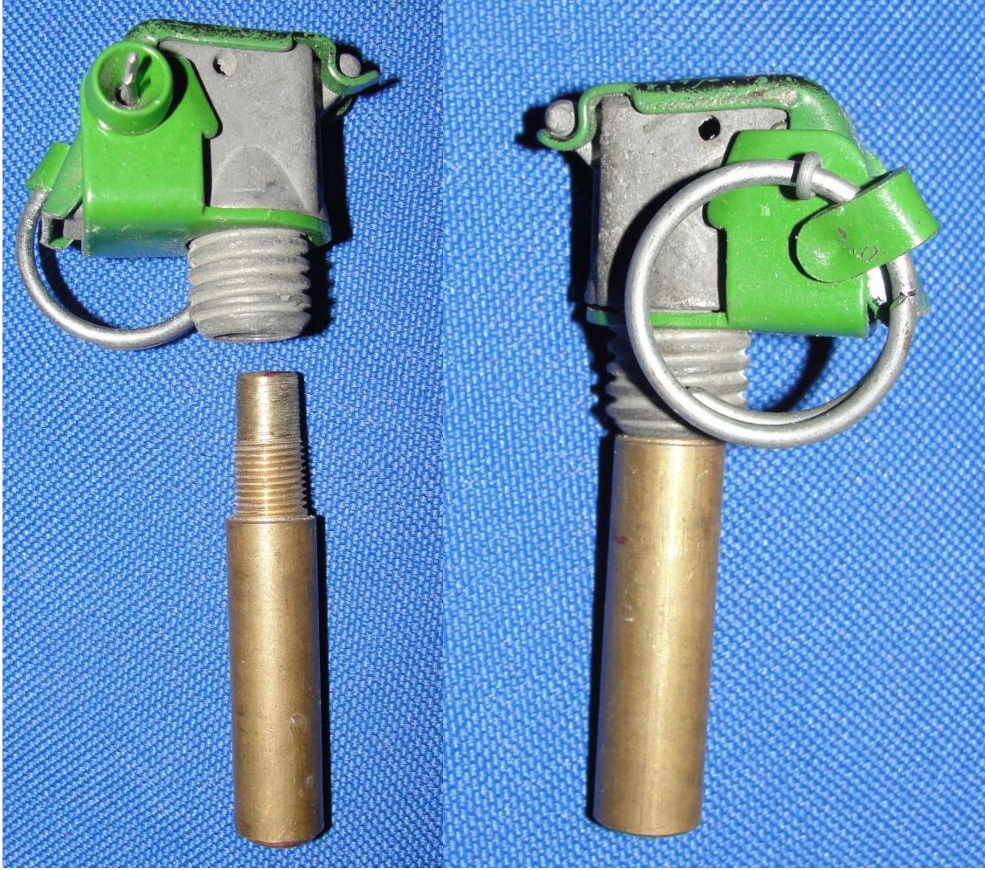
1- صاعق ميكانيكي: عن طريق وجود إبرة ونابض وكبسولة مثل القنابل اليدوية والكثير من الألغام ويقصد به أن يتم التفجير بحركة ميكانيكية بطرق الإبرة على رأس الكبسولة إما بالضغط أو بتحرير الناقر، ويأتي عادةً به مادة تأخيرية ويظهر ذلك جلياً في طول الصاعق.



صاعق قنبلة UZRGM الروسية



صاعق قنبلة M228 الأمريكية



صاعق نحاسي ميكانيكي قسامي الصنع

الصواعق الميكانيكية مصممة بطريقة عندما تتعرض فيها لشد أو سحب ميكانيكي فإنها تبدأ عملية الإشعال والتفجير. يجب أن تكون قوة الشد كافية لتحرير الإبرة لضرب كبسولة الإشعال.

- قوة الشد في الصواعق الروسية والألمانية 0.5 – 1 كيلو جرام تقريباً.
- قوة الشد في الصواعق الأمريكية 2 – 3 كيلو جرام تقريباً.
- قوة الشد في الصواعق البريطانية 3 – 4 كيلو جرام تقريباً.
- قوة الشد في الصواعق القسامية 4 – 5 كيلو جرام تقريباً.

2- صاعق كيميائي: مثل تفاعل كلورات البوتاسيوم مع حمض الكبريتيك فتتولد شعلة تكون كفيلة بتفجير الصاعق، ويستخدم هذا الصاعق في الأشراك الخداعية.



كلورات البوتاسيوم



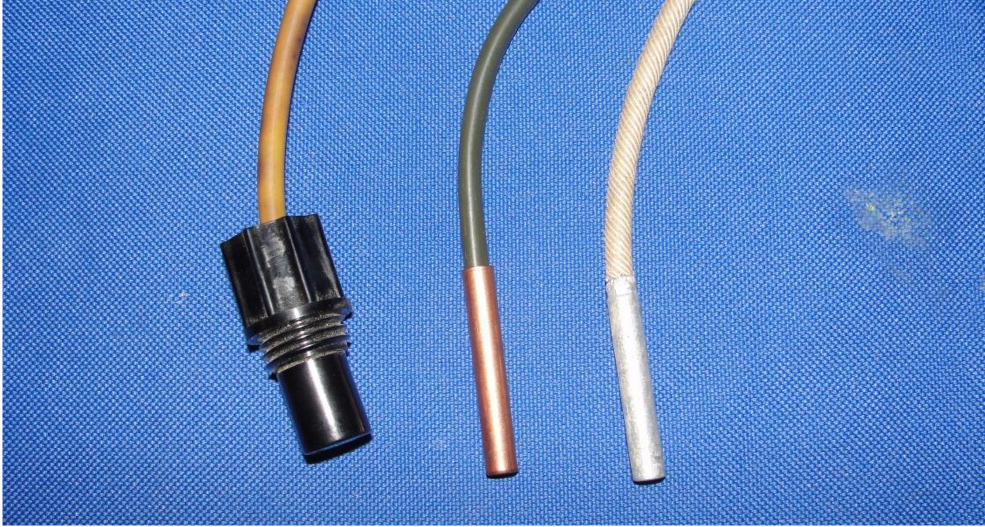
حمض الكبريتيك

3- صاعق كهربائي: وهو عبارة عن صاعق يخرج منه سلكيين، ويوجد بداخله سلك تنجستون مغموس بمادة إشتعالية، وعند مرور تيار كهربائي بين طرفيه فإنه يسخن سلك التنجستون والذي بدوره يشعل المادة المشتعلة ومن ثم انفجار الصاعق. وهو المستخدم بكثرة في العمل العسكري لأنه يمكن ربطه بدائرة كهربائية مؤقتة حسب الحاجة. ويستعمل عندما يتوفر مصدر للطاقة الكهربائية كآلة تفجير (ميناتور) أو البطاريات. يتأثر الصاعق الكهربائي بشدة بالموجات الكهرومغناطيسية التي تولدها أسلاك الضغط العالي وأجهزة التلفزيون والراديو وأجهزة الاتصالات المختلفة، والتي قد تؤدي إلى انفجارها عفوياً حسب قربها من الصاعق. وقد يكون الصاعق الكهربائي لحظي الانفجار أو تأخيري حسب المطلوب.



صاعق كهربائي قسامي وصاعق كهربائي كلاسيكي

3- صاعق عادي أو غير كهربائي: يكون طرفه العلوي مفتوح لوضع الفتيل الإشتعالي أو المتفجر، ومن ثم يتم إشعال الفتيل الذي بدوره يوصل الشعلة إلى المادة الحساسة فينفجر الصاعق. ويستخدم عادة في العمل العسكري لكنه أكثر استخداماً في الأعمال المدنية مثل المحاجر(الكسارات). وينبغي عدم استخدامه في التفجيرات تحت سطح الماء أو في الثقوب الرطبة نظراً لصعوبة عزله الكامل عن الرطوبة. وأما إذا كان ذلك ضرورياً فيجب حمايته من الرطوبة بتغطيته بمواد عازلة كالشحم مثلاً. الصاعق العادي يعتبر آمن بالمقارنة مع الكهربائي لأنه لا يتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية ويمكن إشعاله بتأخير حسب المشعل المستخدم.



ثلاث صواعق عادية من الألمونيوم والنحاس والبلاستيك

5. صاعق الكتروني: وهو عبارة عن صاعق مرتبط بدائرة الكترونية، تعمل على تفجيره لحظياً أو تأخيرياً حسب برمجته، وكذلك يمكن تفجيره لا سلكياً عن بعد.





صاعق الكتروني مع جهاز برمجة الصاعق الالكتروني

ثالثاً: من حيث كعب الصاعق:

1. **مستو:** ونستفيد منه في انتشار أعرض للموجة الانفجارية والتي يستفاد منها في العبوات العادية والتلفزيونية.

2. **مقعر:** ونستفيد منه في انتشار أعمق للموجة الانفجارية بحيث يركز الموجة في بؤرة البطانة ويستفاد منها في الأغلب في عبوات الخرق والعبوات الصدمية.



صاعق ألمونيوم مستو وصاعق نحاسي مقعر



صاعق نحاسي مستو وصاعق نحاسي مقعر   صاعق ألمونيوم مستو وصاعق ألمونيوم مقعر



لاحظ تأثير الصاعق المستو والصاعق المقعر على اختراق الحديد

رابعاً: من حيث المدة الزمنية:

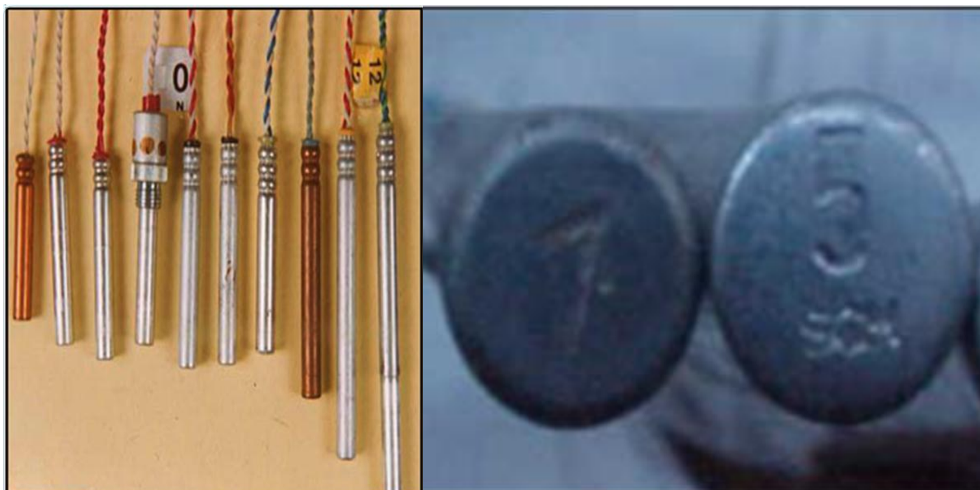
1- صواعق كهربائية لحظية: وهي صواعق لا يوجد على كعبها كتابة أو يوجد عليها رمز s أو 0 أو st وهذا يعني أنها لحظية تنفجر مباشرة دون تأخير. أما إذا كتب عليها أرقام أخرى فهذا يعني أنها تأخيرية حسب الرقم.

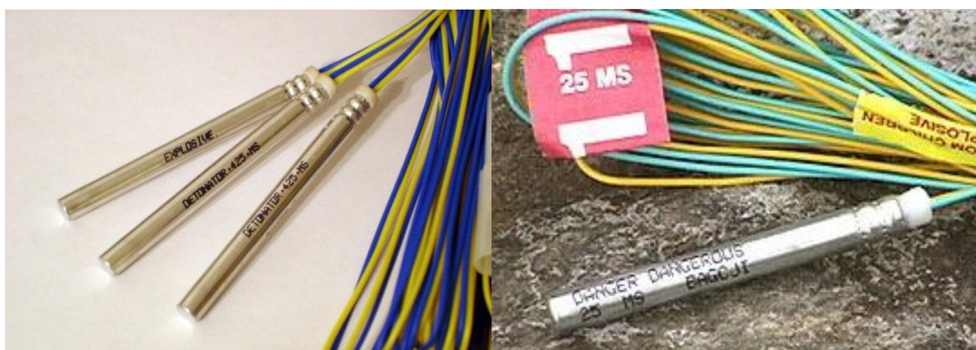


لاحظ الصاعق اللحظي في الأعلى والصاعق التأخيري في الأسفل

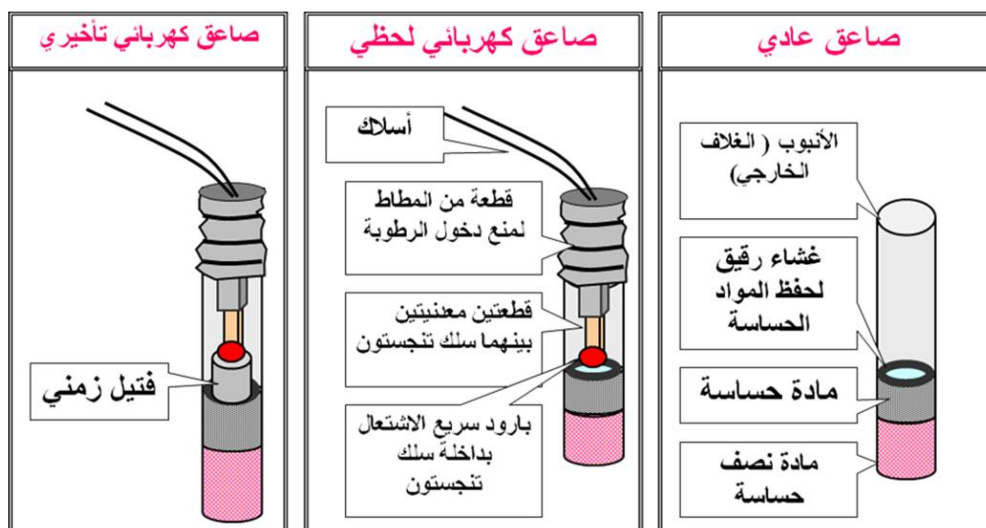
2. صواعق كهربائية تأخيرية قصيرة: وتكون الصواعق الكهربائية التأخيرية القصيرة لها نفس مكونات الصواعق اللحظية إلا أنه بداخلها فتيل اشتعالي سريع جداً ومكتوب على سلك الصاعق المدة التأخيرية أو على كعب الصاعق. يقاس التأخير بالملي ثانية MS. (يقدر التأخير من 0.5 إلى 1.5 مللي ثانية). تستخدم مثل هذه الصواعق في الرؤوس الحربية الترادفية، وتم تمييز هذه الصواعق من خلال رمز 107 على الصاعق.

3. صواعق كهربائية تأخيرية طويلة: وتكون الصواعق الكهربائية التأخيرية لها نفس مكونات الصواعق اللحظية إلا أن بداخلها فتيل اشتعالي سريع ومكتوب على سلك الصاعق المدة التأخيرية أو على كعب الصاعق. يقاس التأخير بالملي ثانية MS وبالثانية Second. (يقدر التأخير من 25 مللي ثانية إلى 20 ثانية). يمكن أن يكتب رقم على الصاعق أو على ورقة تحيط بسلك الصاعق وهذا الرقم يرمز إلى المدة التأخيرية أو يكتب على ورقة مرتبطة بالسلك المدة التأخيرية بالضبط وقد يكتب الفترة التأخيرية بالضبط على الصاعق.

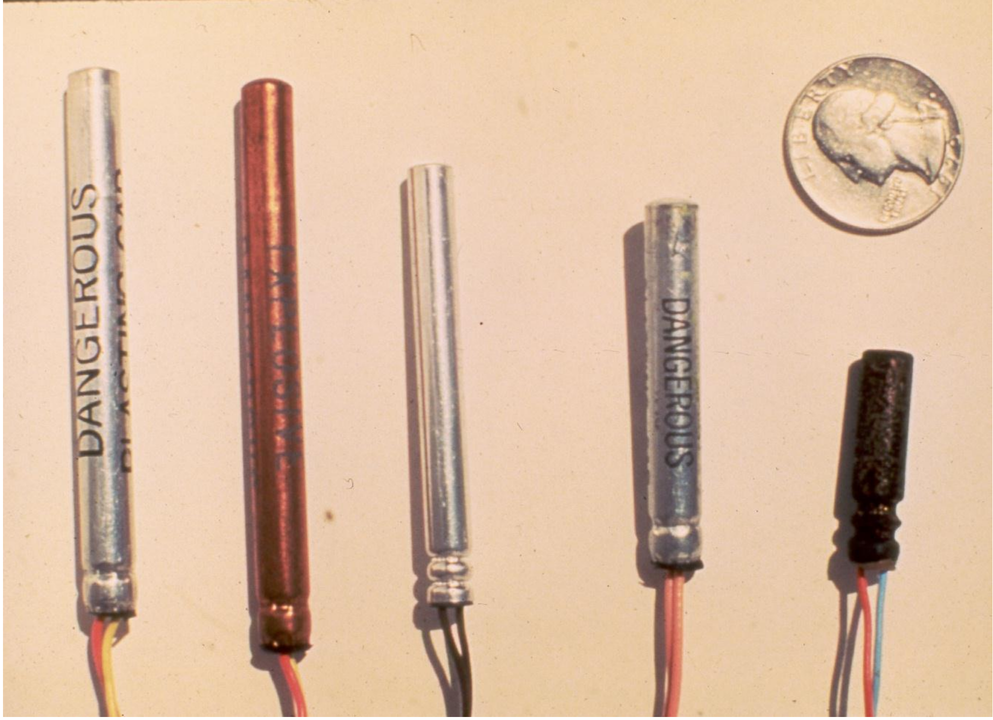




صواعق تأخيرية



رسم توضيحي لأنواع الصواعق اللحظية والتأخيرية



لاحظ اختلاف طول الصواعق ابتداءً من الصاعق اللحظي على اليمين إلى الصواعق التأخيرية

ملاحظات:

– إن هذه المدة تتفاوت من رقم إلى آخر، وكذلك تختلف نفس الأرقام باختلاف الدولة المصنعة لذا يجب تجريبها خصوصاً إذا استخدمنا صواعق مختلفة المنشأ.

– تستخدم الصواعق التي لها زمن تأخيري في التفجيرات المتوالية في حفر الأنفاق وشق الطرق وهدم المنشآت والمباني.

– في العبوة الواحدة لا يصح جمع أكثر من صاعق تأخيري لاسيما العبوات الكبيرة، إلا إذا كانت من نفس الأرقام ونفس النوع أو أنها تكون ملامسة لبعضها البعض فأي صاعق ينفجر يفجر الصواعق الأخرى.

– يعتبر الصاعق تالف في حالة وجود أي تشوه في شكله ولا يجوز استخدامه مطلقاً.

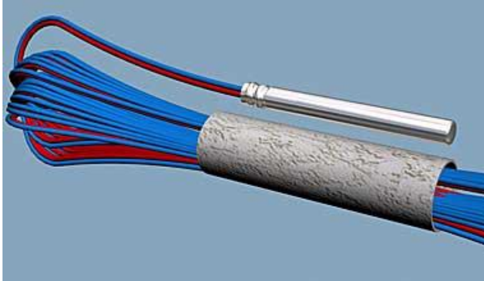
– كلما ازداد طول الصاعق يعطي مؤشر أن الفترة التأخيرية طويلة.

الصواعق الكهربائية Electrical Detonators

تستخدم الصواعق الكهربائية عندما نستخدم مصدر كهربائي لتفجيرها مثل البطارية أو ماكينة تفجير Blasting Machine، والصواعق الكهربائية يوجد منها صواعق تجارية وصواعق عسكرية. الصواعق الكهربائية يوجد منها عدة أنواع بناء على قوة انفجارها المعتمدة على كمية فلمنات الزئبق في الصاعق بدءاً من رقم 1 إلى رقم 12، لكن أشهر الصواعق في الاستخدام هي رقم 6 ورقم 8. صاعق رقم 6 طوله 3.5 سم وقطره من الخارج 6.35 ملم، ويحتوي على 1 جرام من مادة فلمنات الزئبق. في حين صاعق رقم 8 طوله 5.5 سم وقطره من الخارج 7 ملم، ويحتوي على 2 جرام من مادة فلمنات الزئبق. الصواعق الكهربائية مزوده بأسلاك كهربائية ذات أطوال مختلفة لوصلها إلى دائرة التفجير الكهربائية، ولتجنب الانفجار المفاجئ ينبغي وصل طرفي الصاعق بعضها مع بعض مباشرة بواسطة الجدل أو بواسطة فيشة وصل تنزع عند الاستعمال. طول سلك الصاعق يتراوح بين 1.2 متر إلى 91.4 متر لكن عادة يكون طوله 7.3 متر (24 قدم). سلك الصاعق يتكون من سلكيين وكل سلك له لون مختلف لتسهيل التوصيل. الصواعق التجارية الأكثر استخداماً هي صاعق رقم 6 ورقم 8، أما الصاعق المعتمد عسكرياً فهو الصاعق الكهربائي M6 والصاعق العادي M7. الحشوة المتفجرة الثانوية في الصواعق M6 وM7 هي حوالي ضعفي الحشوة الموجودة في الصاعق التجاري رقم 8. أغلب الصواعق الكهربائية المتوفرة تحتاج إلى جهد (1.5 v) وتيار (0.50 A) وتجدر الإشارة إلى أن هناك نماذج كثيرة من الصواعق لا تخضع لهذه المعادلة من الجهد والتيار.



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي اللحظي



صاعق M6 الكهربائي الروسي اللحظي



كيس يحتوي على صواعق كهربائية لحظية



صاعق كهربائي نحاسي مع حاضنته البلاستيكية لحمايته من الصدمات





صاعق كهربائي لحظي قسامي الصنع

الصواعق التأخيرية الطويلة:

أول استخدام للصواعق التأخيرية كان عام 1910م على يد بريطانيا. الصواعق العسكرية معظمها صواعق فوريه. أما الصواعق التجارية فمنها فوري ومنها تأخيري، وتتراوح فترة التأخير فيها بين 0.025 و20 ثانيه (25 مللي ثانية إلى 20 ثانية).

خليط الاشتعال في الصاعق التأخيري:

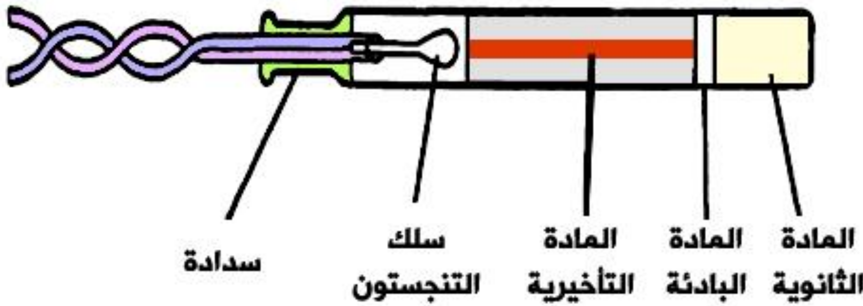
يتكون من مادة مؤكسدة ومادة مشتعلة بشرط يكون خروج الغاز قليل جداً. أفضل الخلائط المشتعلة فيه هي التي تحتوي على بودرة معادن ناعمة جيداً كوقود.

في الخلطات المستخدمة يجب توفر الشروط التالية:

- خروج أقل كمية من الغازات عند الاشتعال.
- تلامس المادة المؤكسدة مع المادة المشتعلة بشكل منتظم يضمن انتظام الاحتراق.
- خروج الحرارة المنتظمة من اشتعال الخليط.

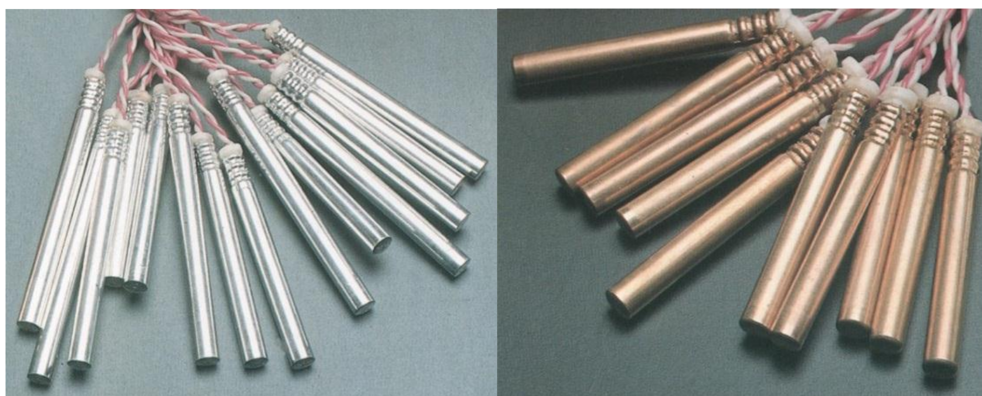
زمن التأخير

رقم الصاعق	1	2	3	4	5	6	7
التأخير (ms)	≤ 500	1000	2000	3000	4000	5000	6000





الخليط الإشتعالي التأخيري المستخدم في الصواعق التأخيرية



صواعق كهربائية تأخيرية 30 ميللي ثانية من النحاس والألومونيوم

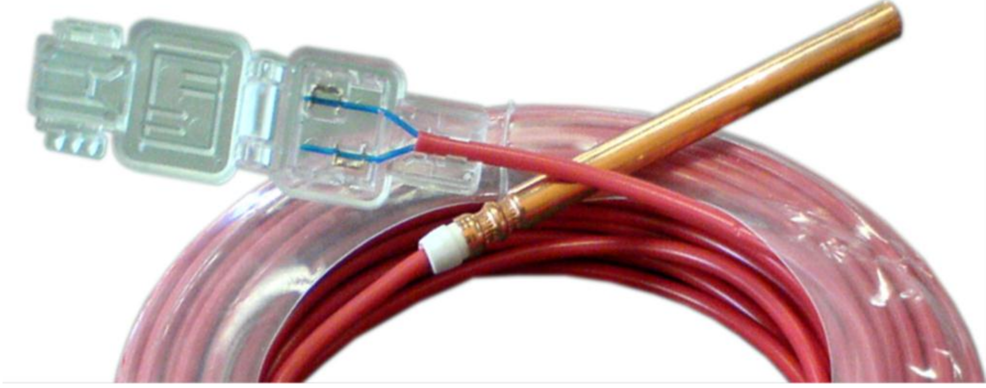


صاعق كهربائي تأخيري 250 ميللي ثانية من الألمونيوم



صاعق كهربائي تأخيري 25 مللي ثانية من الألمونيوم

ملاحظة: توجد حالياً صواعق تأخيرية الكترونية يمكن برمجتها آلياً من خلال جهاز الكتروني، أقصى تأخير فيها لمدة 20 ثانية، ويمكن تفجيرها سلكياً أو لا سلكياً عند بعد 3000 متر.



صاعق نحاسي تأخيري الكتروني قوته 12

الصواعق الغير كهربائية Nonelectric Detonators

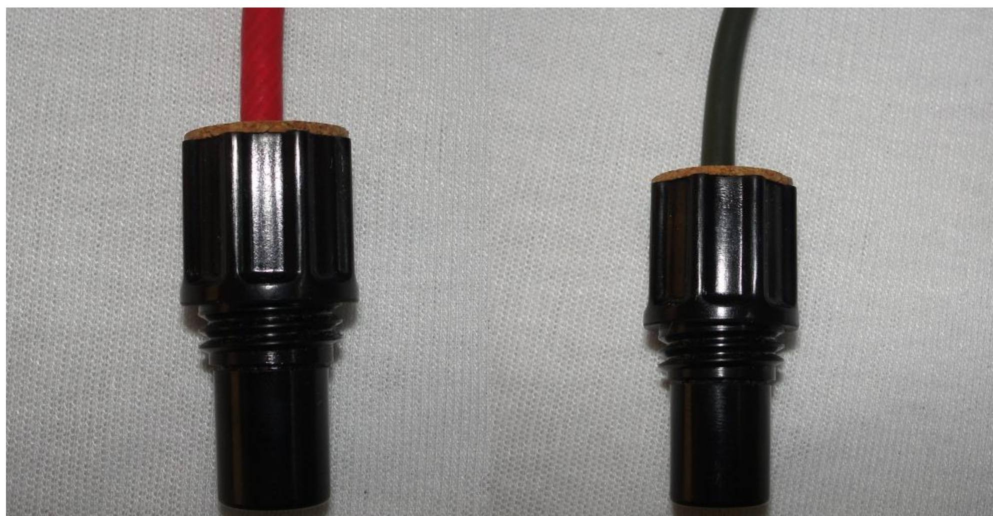
تم تصميم هذه الصواعق بحيث تفجر من خلال لهب الفتيل المتفجر أو الفتيل المشتعل أو أنبوبة الصدمة. الصاعق العادي Plain Blasting Cap يتكون من متفجر ثانوي حساس ثم المادة البادئة وقد يضاف بعد ذلك مادة مشتعلة مغلفة. الصواعق الغير كهربائية التجارية يوجد منها عدة أحجام حسب كمية المادة البادئة في الصاعق لكن الأكثر والأشهر استخداماً صاعق رقم 6 Number وصاعق رقم 8 Number سواء كانت من النحاس أو الألمونيوم أو من سبائكهما. أشهر الصواعق الغير الكهربائية العسكرية هو صاعق M7 وصاعق M4. صاعق M7 بابه موسع قليلاً لتسهيل إدخال الفتيل المشتعل أو الفتيل المتفجر أو أنبوبة الصدم. الصواعق العادية منها اللحظي ومنها التأخيري أيضا، ويمكن تحويل الصاعق العادي الغير كهربائي إلى صاعق كهربائي من خلال بعض المشعلات الكهربائية، وهذه المشعلات يمكنها تفجير الصاعق لحظياً أو تأخيرياً حسب الفترة المطلوبة. يوجد العديد من الحاويات الحاضنة لهذه الصواعق: حاويات معدنية Metal Cans، صناديق كارتونية Cardboard Boxes، صناديق خشبية Wooden Boxes.



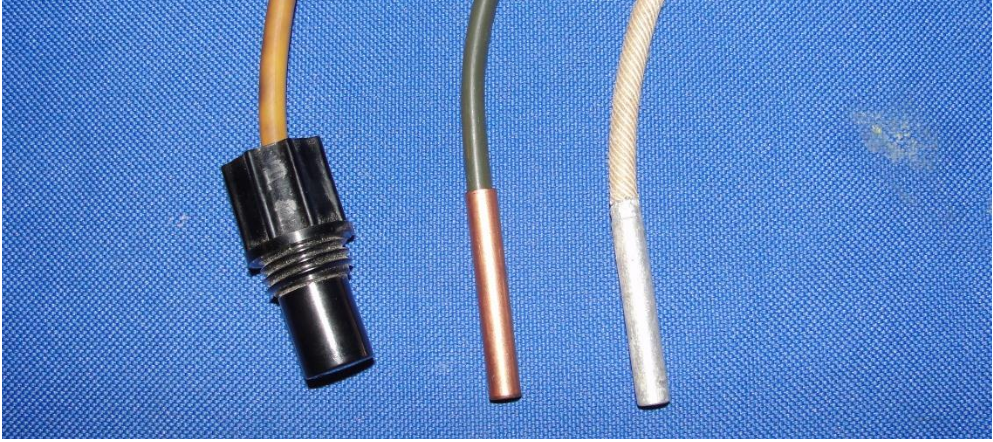
صواعق عادية غير كهربائية (4 منها موصلة مع فتائل)



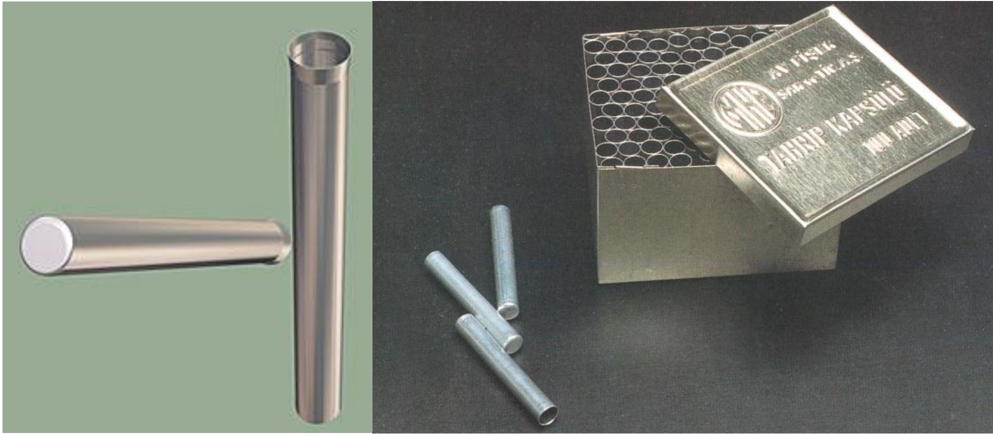




صاعق عادي بلاستيكي صهيوني الصنع والاستخدام



صواعق عادية من الألمونيوم والنحاس والبلاستيك



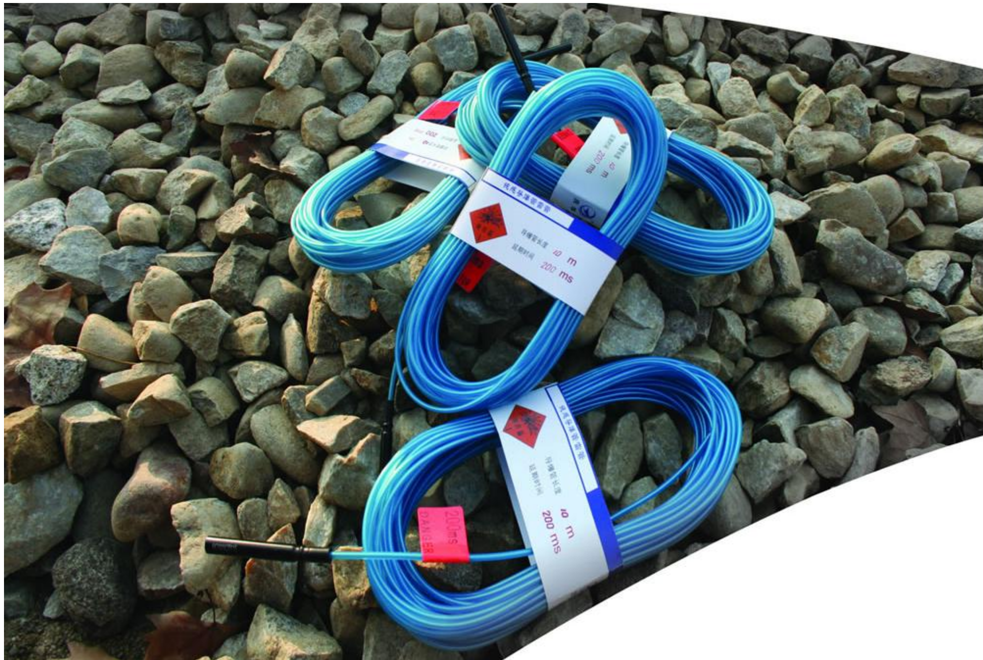
صواعق عادية في حاوية من الحديد **صاعق M7**



حاويات صواعق عادية رقم 6



حاويات بلاستيكية للصواعق العادية رقم 6



صاعق عادي تأخيري 200 ميللي ثانية مرتبط بأنبوبة الصدم

توجد شركات تجارية مثل شركة دينو DYNO أعطت للصواعق العادية التأخيرية التي يتم تفجيرها بأنبوبة الصدم ألوان حسب وقت التأخير.



صواعق عادية مختلفة التأخير يتم تفجيرها بأنبوبة الصدم

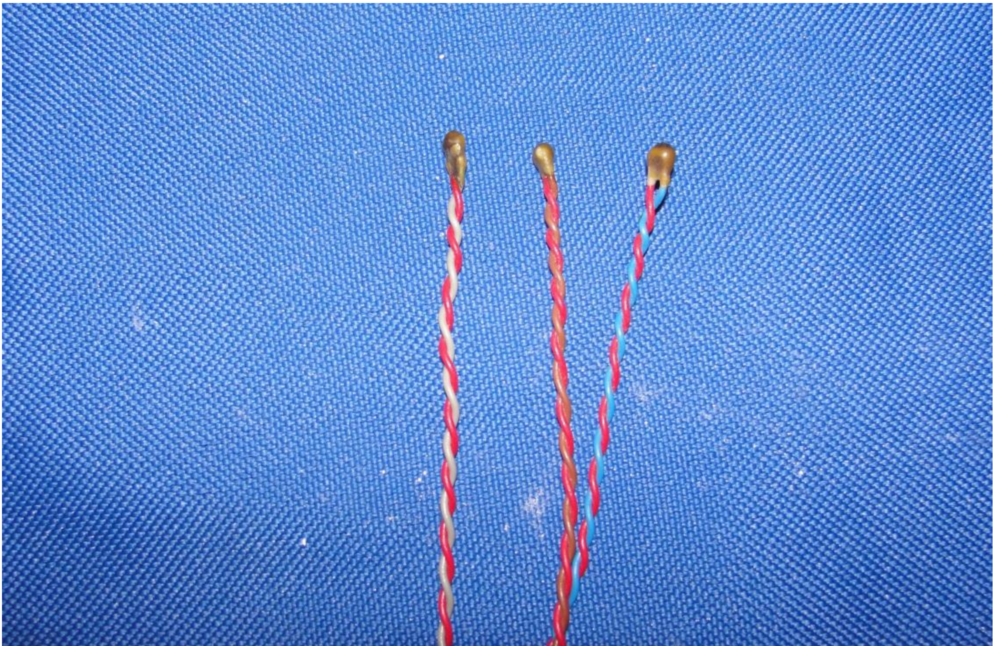
صمم المشعل كهربائي من ماسورة نحاسية بحيث يرتبط بالفتيل المشتعل أو الصاعق العادي، بشرط أن يكون القطر متقارب بينهما. المشعل يتكون من ماسورة نحاسية أو من الألمونيوم مفتوحة من جهة الاتصال بالصاعق العادي أو الفتيل الإشتعالي. مقاومة المشعل الكهربائي تساوي 1.3 أوم. يوجد حالياً مشعلات كهربائية تأخيرية بالملي ثانية حسب الحاجة.



مشعل كهربائي لحظي للصاعق العادي أو الفتيل الإشتعالي



مشعل كهربائي تأخيري للصاعق العادي



مشعل كهربائي

أمن التعامل مع الصواعق

القواعد العامة في استخدام الصواعق:

– التأكد من نوع الصاعق المستخدم، ولا يوضع داخل العبوة إلا لحظة قرار التفجير إن أمكن.

– التأكد من ربط طرفي سلك الصاعق، ولا يتم فكهم إلا لحظة العمل وربطهم بالدائرة الكهربائية.

– التأكد من وصلات الكهرباء، واستخدام اللواصق عليها وعدم تركها عارية.

– التأكد من صلاحيته: غير معرض لصدمات، ولا يوجد اهتراء في جسمه الخارجي، أو لا يوجد آثار رطوبة على سطحه الخارجي، فالصواعق النحاسية نلاحظ على سطحها بقع خضراء، بينما صواعق الألمونيوم فنلاحظ بقع بيضاء مما يدل على تأثرها بالرطوبة.

– عدم تعرض الصواعق للصدم، الطرق، الضغط، أحماض، الحرارة سواء مباشرة أو غير مباشرة مثل الشمس.

– أثناء النقل والتخزين نقوم بعزلها عن المواد المتفجرة.

– أثناء النقل والتخزين نقوم بعزل الصواعق الكهربائية عن البطاريات.

– عدم إدخال الفتيل أو سحبه بقوة في داخل الصاعق العادي.

– عدم إدخال أي جسم مدبب أو صلب للصاعق العادي.

– عدم حمل الصاعق في الأماكن الحساسة للجسم أو أماكن الارتكاز.

– حملها في داخل أوعيتها الخاصة أو أوعية بلاستكية كعلب الحلاوة مثلاً.

– برغم صغر حجم الصاعق إلا انه إذا انفجر لا قدر الله في يد الشخص قد يؤدي إلى بتر جزء منها.

– إذا كانت الصواعق كهربائية: فيجب التأكد من عدم وجود شرك بداخلها بحيث تنفجر عند ملامسة السلكين ببعضهما دون استخدام البطارية. وذلك عن طريق فحصه.

- تجنب العمل في الصواعق الكهربائية أثناء الطقس الممطر والمبرق لأن البرق قد يفرغ شحنته البالغة 30000 فولت في طرف الصاعق الكهربائي وبالتالي ينفجر.

- تجنب العمل أو حفظ الصواعق بالقرب من محطات الراديو أو الرادار، التلفزيون، محطات الإرسال للجوالات أجهزة الاتصالات، لأن كل هذه الأشياء تولد موجات كهرومغناطيسية يمكنها تفجير الصاعق الكهربائي. وإذا اضطررنا فتكون في داخل علبة معدنية مع جدل طرفي الصاعق.

- تجنب العمل بالصواعق الكهربائية بالقرب من خطوط التوتر العالي ويجب الابتعاد عنها لمسافة 100م تقريباً، وفي حال اضطررنا للعمل بقربها فإننا نستخدم الصواعق العادية بفتيل انفجاري أو أنبوبة الصدم.

قوة المرسل (وات)	المسافة الآمنة (متر)	قوة المرسل (وات)	المسافة الآمنة (متر)
25-5	33	2500-1000	330
50-25	50	5000-2500	495
100-50	73	10,000-5000	726
250-100	116	25,000-10,000	1155
500-250	149	50,000-25,000	1650
1000-500	215	100.000-50,000	2310

خطوات فحص الصواعق الكهربائية:

أولاً: فحص الصواعق للتأكد من خلوها من التشريك:

- دفن الصاعق في التربة ويفضل أن تكون رطبة على بعد 20 سم تقريباً أو وضعه خلف ساتر قوي مثل حائط أو عامود باطون أو على الأقل لفه في بطانية مبللة وذلك للتخفيف من حدة الصوت وتلافي شظاياه في حال انفجاره لا قدر الله.

- إحضار وعاء معدني به ماء.

- نقوم بمد السلكيين من خلف ساتر ثم نغمس الجهة المكشوفة من السلك الأول للصاعق في الماء ثم نلامسه للمعدن ثم نخرجه.

– نقوم بغمس السلك المكشوف الآخر في الماء ثم نلامسه للمعدن. نقوم بملامسة السلكيين مع بعضهما ونجدلهما ولا نفكهما إلا عند الاستخدام في هذه الحالة حتى لو كان هناك شرك فنكون بحول الله تعالى تلاشينا الخطر.

ثانياً: فحص صلاحية الصاعق فنياً:

نقوم بفحص صلاحية أسلاك الصاعق وسلك التنجستون الذي بداخله والصاعق ما زال مدفون أو خلف ساتر، عن طريق إحضار جهاز قياس المقاومة (آفوميتر) ونضع المؤشر فيه على رمز المقاومة (أوم) ثم نلامس طرفي الآفوميتر بطرفي سلكي الصاعق (المعراة)، في حال أعطي قراءة يدل على أنه صالح وعادة تكون مقاومة الصاعق الكلاسيكي حول (2.5) أوم أما الصواعق الخاصة بنا يمكن أن تصل أكثر إلى 100 أوم. (لا يوجد قطبية في الصواعق). وبذلك يكون الصاعق جاهز للاستخدام. وبدون ذلك لا تقدم على استخدامه فلا معنى أن أضيع جهود وتضحيات أخوة للوصول إلى الهدف وأكون أنا سبب فشل العمل لا سمح الله.



آلية فحص الصواعق

أمن التعامل مع التفجيرات في الميدان

- في أي عملية تفجير يجب أن يكون موجود قائد ميداني له القدرة على ضبط كل المجاهدين ويمتلك المهارات الفنية الكافية التي تضمن سلامة العمل.
- يجب على القائد توزيع مهام المجاهدين في الميدان بما يضمن سلامة المجاهدين والمدنيين.
- في أي عملية تفجير يجب أن يكون عدد المشاركين محدود ويمتلكون أجهزة اتصال هوائية للتواصل فيما بينهم أثناء العمل.
- أثناء العمل في الميدان يجب أن يكون كل مجاهد خلف ساتر صلب قوي يحميه من موجة الانفجار ومن الشظايا المتطايرة.
- وجود طاقم مسعفين مع إسعاف واحد على الأقل مجهزين بكل الاحتياجات اللازمة.
- اتخاذ قرار التفجير يكون من القائد العام في الميدان بعد التأكد من سلامة كل التوصيلات وسلامة كل المجاهدين والمدنيين من خلال التواصل مع كل الفريق بأجهزة الاتصال المتوفرة.
- عند اتخاذ قرار التفجير من القائد يجب أن يتأكد من كل فريقه أن كل شخص فيهم استلم القرار من خلال جهاز الاتصال.

تحذير مهم: **المكلف بحمل الصواعق والتعامل معها في أرض الميدان يجب أن يكون شخص لا يحمل أجهزة اتصال مطلقاً، ويمكنه التواصل مع الآخرين من خلال مجاهد آخر يحمل جهاز اتصال بعيد عنه مسافة آمنة.**

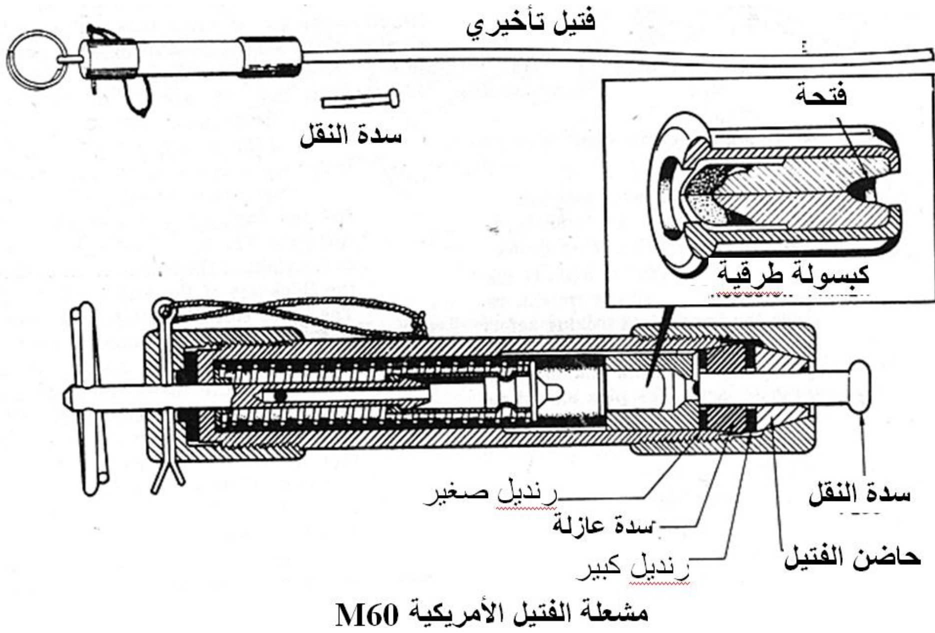
طرق تفجير الصواعق

يوجد العديد من المشعلات لتفجير الصواعق حسب الاحتياج، وقد صنفت هذه المشعلات إلى عدة أصناف بحسب نوعية المشعل.

ملاحظة: يجب تثبيت الصاعق جيداً في داخل المادة المتفجرة قبل التفجير.

أولاً: المشعلة الميكانيكية Igniter Mechanic:

تم تصميمها واستخدامها في الحرب العالمية الثانية، وهي عبارة عن أداة عملية لإشعال الفتيل في كافة الظروف المناخية المحيطة. وفكرة عملها هي: ماسورة شد عادية متصلة بقطعة نحاسية أو حديدية ومنها بلاستيكي حالياً، تحتوي على كبسولة وفيها فتحة لتثبيت الفتيل بواسطة برغي تثبيت. يجب أن يكون رأس الفتيل موازياً لوسط هذه الثقوب. الرسم التالي يوضح المشعلة الأمريكية M60 Fuze Igniter التي استخدمت في الحرب الفيتنامية:



مشعلة الفتيل الأمريكية M60



مشعل ميكانيكي يشعل الفتائل الإشتعالية، يستخدم لمرة واحدة



المشعلة الأمريكية M60 Fuze Igniter





المشعلة الأمريكية M60 Fuze Igniter يستخدمها العدو الصهيوني



المشعلة الميكانيكية M-2 المقاومة للماء

ثانياً: المشعلة الكهربائية Igniter Electric:

تتكون المشعلة الكهربائية من مصدر كهربائي (البطارية أو ميناتور تفجير).



ميناتور التفجير القديم والحديث الكلاسيكي



ميناتور التفجير القسامي

ثالثاً: مشعلة أنبوبة الصدم Ignitor Shock Tube:

هي براءة اختراع جديدة حيث لا يستخدم فيها الكهرباء، وصممت في البداية للعمل في التطبيقات العسكرية، لكنها الآن تستخدم عسكرياً ومدنياً، تستخدم لتفجير الصواعق العادية وإشعال الفتائل الإشتعالية وأي خليط اشتعالي. أنبوبة الصدم تعتبر آمنة جداً في الاستخدام بالمقارنة مع الكهرباء لأنها لا تتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية. تتكون من أنبوب من الألمونيوم أو ستانلس ستيل رقم 316، وحالياً أصبح يوجد منها أنبوبة صدم بلاستيكية. لا يستخدم فيها بطارية تفجير، وطولها يتراوح من 30 متر وحتى 320 متر حسب الحاجة، وهي ملفوفة على بكرة، تبقى فعالة لمدة 10 سنوات إذا استخدمت بشكل صحيح، يمكن إشعالها من خلال شد سلك الأمان فقط والذي يحتاج قوة شد تساوي 2.7 كيلو جرام.

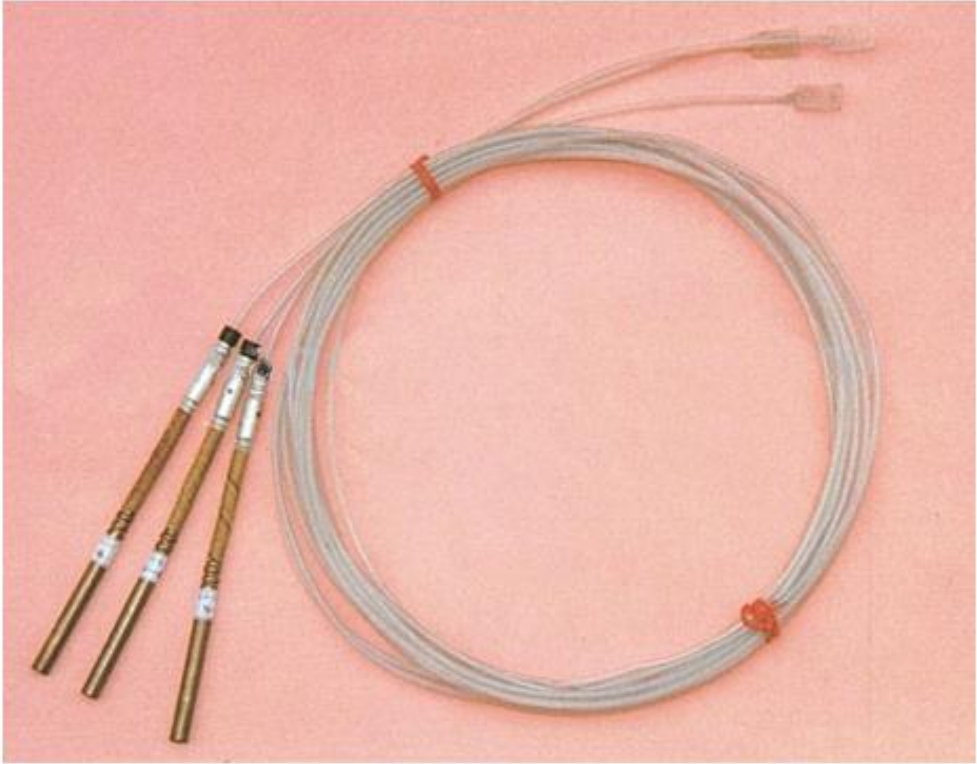








أنبوبة صدم

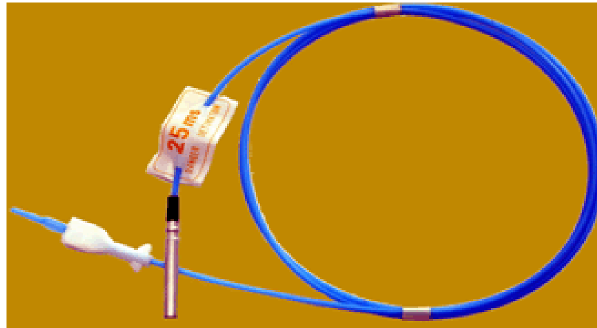


أنبوبة صدم مرتبطة بمشعل تأخيري وهو بدوره مرتبط مع صاعق عادي نحاسي

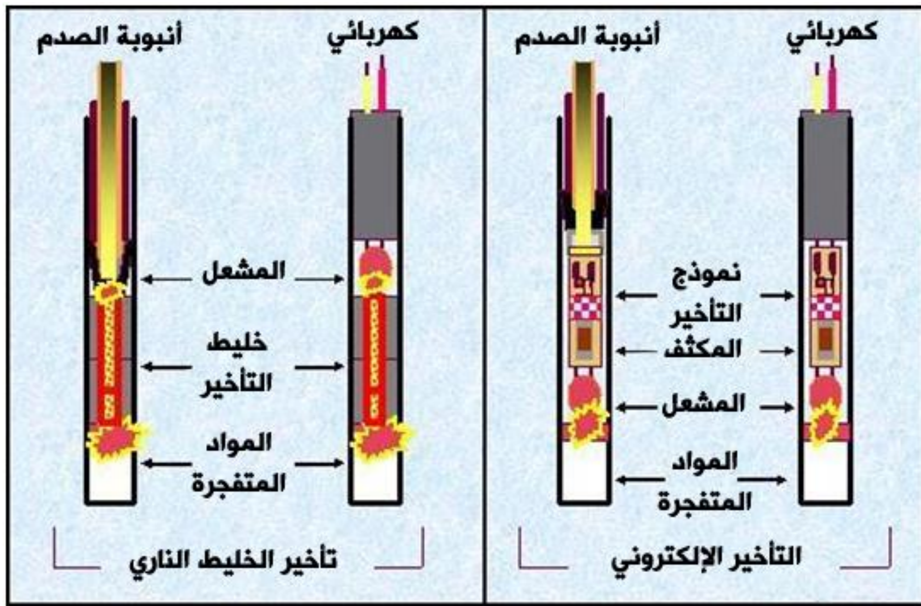


صاعق عادي لحظي مرتبط بأنبوبة صدم بلاستيكية


صاعق عادي مقعر لحظي مرتبط بأنبوبة صدم بلاستيكية



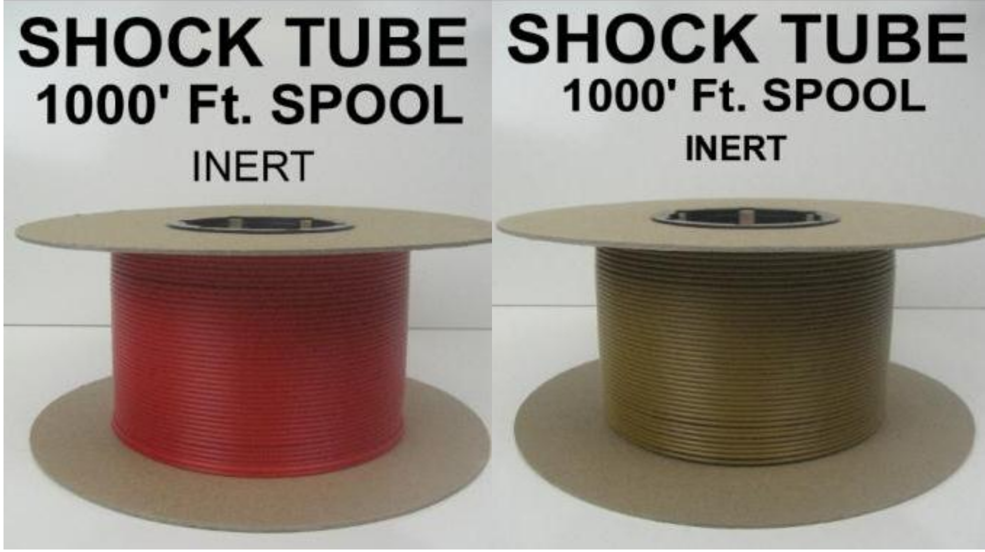
صاعق عادي تأخيري 25 مللي ثانية مرتبط بأنبوبة صدم بلاستيكية

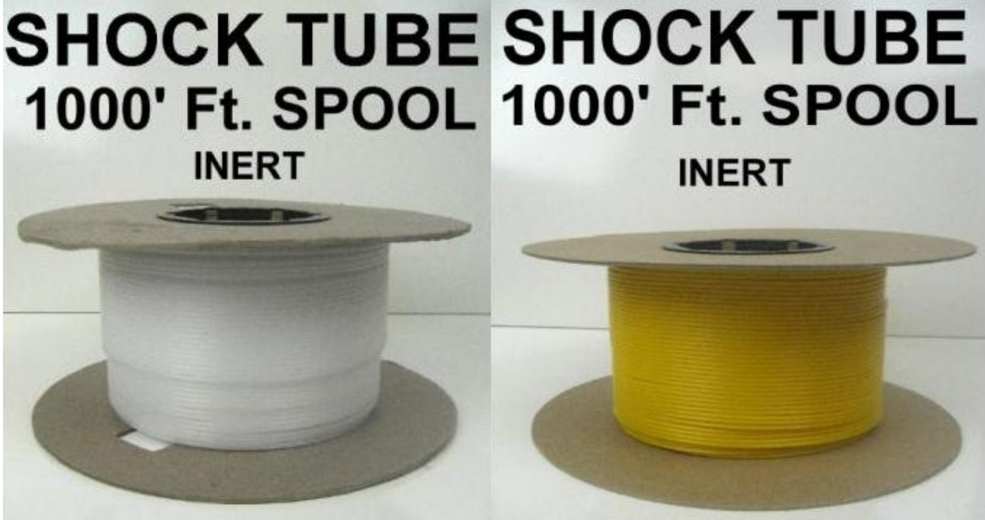


رسم يوضح آلية عمل أنبوبة الصدم

الفروقات الأساسية بين الصواعق التأخيرية:

- الاختلاف الأساسي في التأخير بين الالكتروني والخليط الناري هو مكان المشعل.
- المشعل في الصاعق الالكتروني يقع تحت نموذج التأخير.
- المشعل في الصاعق الذي يحتوي على خليط ناري يقع قبل الخليط الناري.





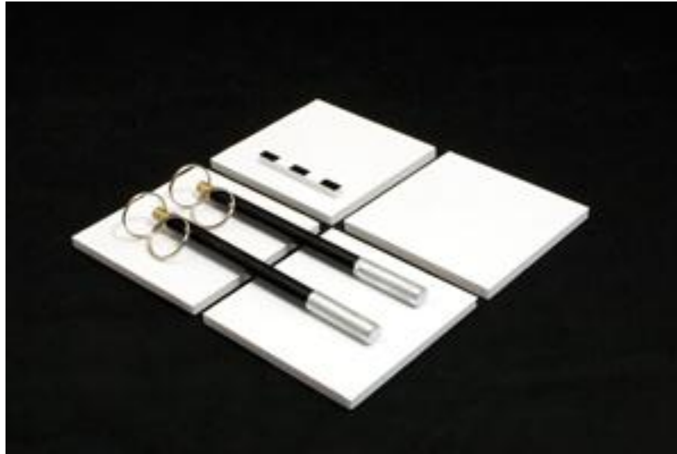
أنابيب صدم مختلفة الألوان لتفجير الصواعق

رابعاً: مشعلة الاحتكاك Friction Ignitor:



مشعل الاحتكاك M-1 Friction Ignitor مشعل احتكاك تأخيري لمدة 15 ثانية

خامساً: المشعلة الكيميائية Ignitor Chemical:



صاعق على هيئة قلم كيميائي تأخيري

سادساً: المشعلة النارية Ignitor Match:

الخليط الإشتعالي الموجود على رأس الأصبع الخشبي يتم اشتعاله من خلال الاحتكاك مع الشريط الإشعالي، لكن ما يميز هذا الاشتعال أنه عندما يشتعل يولد حرارة عالية ودخان لكن بدون لهب، لذلك يستخدم في التطبيقات العسكرية لإشعال الفتائل الإشتعالية.



سابعاً: المشعل الليزري Ignitor Laser:

نادراً ما يستخدم، ويتم تحفيز المتفجرات للإنفجار من خلال ألياف بصرية.

الأدوات المستخدمة للتعامل مع الصواعق

بنسة الصاعق M2:

وتستعمل لكبس الصاعق العادي على الفتيل الإشتعالي أو الفتيل الانفجاري. كبس الصاعق على الفتائل يجب أن يكون كافياً لضمان عدم انفصال الفتيل عن الصاعق ولكن الكبس لا يجب أن يكون كبيراً بشكل يؤثر على احتراق البارود أو انفجار المواد في الفتائل. البنسة M2 مصممة لتكبس بمقدار معين ومناسب للشرط المذكور آنفاً. الجزء الخلفي من فكي البنسة حاد ويمكن استعماله لقطع الفتائل الانفجارية والإشتعالية. إحدى ذراعي البنسة ذا رأس دائري ومحدب ويستعمل لفتح فجوة للصاعق في المواد المتفجرة. رأس الذراع الأخرى مصنوع على شكل مفك للبراغي.

جندي أمريكي يستخدم البنسة M2 في تركيب فتيل في صاعق عادي





جندي أمريكي يستخدم البنسة M2 في تركيب فتيل في صاعق عادي

الفصل الثاني
الفتائل

الفتـــائل Fuse

هي وسيلة نقل الموجة الانفجارية أو الشعلة من مكان إلى مكان آخر.

الفتائل تقسم إلى قسمين من حيث الوظيفة:

1- الفتائل الإشتعالية.

2- الفتائل الانفجارية.

أولاً: الفتيل الإشتعالي Burning Fuse:

وهو عبارة عن أنبوب (بلاستيكي - زفتي - قماشي) بداخله مادة مشتعلة وهو أحد وسائل نقل الشعلة. لا يحتاج إلى الأكسجين الخارجي لأنه جزء من مكونه الرئيسي، بمعنى أنه يمكن إشعاله تحت التراب وفي الماء شرط أن يكونا طرفي الفتيل خارج الماء وكذلك الغلاف الخارجي من النوع العازل.

خصائص الفتيل الإشتعالي:

- يعود تاريخ اكتشاف الفتيل الإشتعالي إلى القرن العاشر عندما كان يستخدمه الصينيون في الألعاب النارية على هيئة بارود أسود في ورقة ملفوفة ثم يقومون بإشعالها.

- استخدم ويليام بيكفورد الفتيل الإشتعالي لأول مرة عام 1831م، واستخدم فيه البارود الأسود.

- يجب عدم ثني الفتيل حتى لا تتباعد حبيبات البارود عن بعضها.

- يجب عزل طرفي الفتيل عند التخزين بمادة عازلة، حتى لا تتسرب الرطوبة إلى الفتيل.

- قبل استخدام الفتيل نقوم بأخذ قطعة منه لتجريبها (قياس زمن اشتعال الفتيل).

- الفتيل الإشتعالي العسكري يكون لونه أسود أو أخضر جيشي والتجاري لونه برتقالي فسفوري لتمييزه عن الفتيل المتفجر الذي يأتي بألوان فاتحة، مع العلم يوجد الكثير من الألوان حسب الدول والشركات المصنعة.

- تستخدم في تفجير الصواعق العادية.

– يوجد منه فتائل مضادة للماء ومنه فتائل غير مضادة للماء.

– بعض الفتائل التي تحتوي على ميزان أكسجين جيد تستخدم في المناجم والأنفاق لأن الغازات الناتجة من احتراقه لا تكون سامة.

– بعض الفتائل عندما تشتعل لا يمكن رؤية نيران اشتعالها، بمعنى يكون احتراقها داخلي فقط وفي بعض الفتائل يمكن رؤية نيران اشتعالها، فيكون احتراقها داخلي وخارجي.

– لا فرق بين الفتائل الإشتعالية المختلفة في سرعة الاشتعال من حيث الشكل ولكن يمكن التمييز بينهم بإشعال قطعة فتيل، فالفتيل الإشتعالي البطيء سرعته 1 سم في الثانية تقريباً، أما الفتيل الإشتعالي السريع فسرعته 30 سم في الثانية، أما الفتيل الإشتعالي اللحظي فسرعته قد تصل إلى 33 متر في الثانية.

– سرعة اشتعال الفتيل الإشتعالي تختلف باختلاف نوع الفتيل وحتى باختلاف لفة الفتيل أحياناً، لذلك يجب دائماً فحص عينة من نفس الفتيل قبل استخدامه.

– تتغير سرعة الاشتعال باختلاف الظروف المحيطة كالتغير الكبير في درجة الحرارة.

– التأكد من سرعة اشتعال الفتيل يجب أن تتم في نفس مكان استعماله. وينبغي أخذ الاحتياط الكامل عند استعماله تحت الماء لأن سرعة الاشتعال ترتفع باضطراد مع العمق. لذلك يجب فحص عينة تحت الماء إذا ما أريد استخدام الفتيل تحت الماء.

– على درجات الحرارة المنخفضة جداً يصبح الغلاف الخارجي هشاً ويتكسر بسهولة.

أقسام الفتيل الإشتعالي:

إذا أخذنا مقطع عرضي للفتيل فإننا سنجده يتكون من الأقسام التالية:

1- غلاف خارجي: ويوجد منها عدة أنواع:

– **بلاستيكي**: ويستخدم في الأماكن عالية الرطوبة وسائر الأماكن، وهو الأكثر شيوعاً في الاستخدام ونجده بألوان مختلفة.

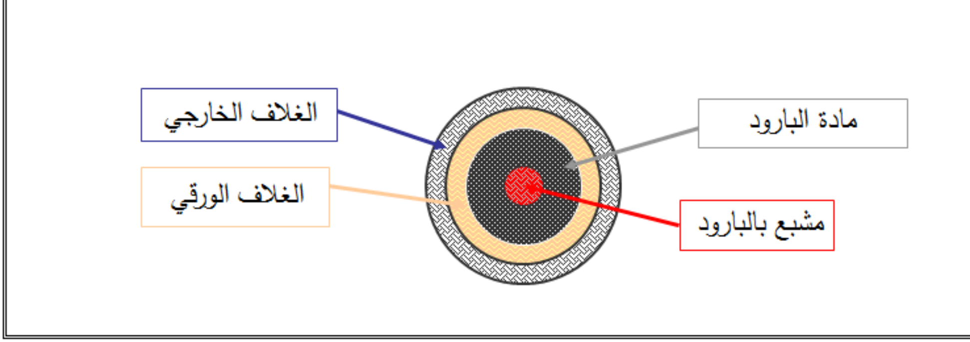
– **زفتي**: ويستخدم في الأماكن الرطبة.

– **قطني أو قماشي**: ويستخدم في الأماكن الجافة.

2- غلاف داخلي (خيوط كتان): وهو من القماش ملفوف بعكس الغلاف الأول.

3- **البارود:** أسود مائل لونه إلى الرمادي.

4- **خيط مشبع بالبارود:** دوره المحافظة على استمرار الشعلة في حالة حدوث انقطاع في البارود.



قطاع عرضي في الفتيل الإشتعالي

وينقسم الفتيل الإشتعالي إلى ثلاث أنواع من حيث السرعة:

1- الفتيل الإشتعالي البطيء.

2- الفتيل الإشتعالي السريع.

3- الفتيل الإشتعالي اللحظي.

1- الفتيل الإشتعالي البطيء:-

تبلغ سرعة اشتعاله من 0.5 – 3.5 سم/الثانية حسب الدولة المصنعة، وفي دولة العدو الصهيوني يستخدموا فتيل سرعة اشتعاله 3 سم/ثانية. يستخدم الفتيل لإعطاء مدة أمان ليتمكن العناصر من الابتعاد عن مكان الانفجار. لذلك يسمى الفتيل الآمن Safety Fuse.



فتيل اشتعالي بطيء، اشتعاله داخلي خارجي



فتيل اشتعالي مقاوم للماء، سرعة اشتعاله 1 سم/ث فتيل اشتعالي، سرعة اشتعاله 0.6 سم/ث



فتيل اشتعالي مقاوم للماء قطره 5.5 ملم وسرعة اشتعاله 1 سم/ث



فتيل بيكفورد، سرعة اشتعاله 1 سم/ث   فتيل اشتعالي صيني، سرعة اشتعاله 1 سم/ث



فتيل اشتعالي ألماني، سرعة اشتعاله 3.5 سم/ث   فتيل اشتعالي، سرعة اشتعاله 1.3 سم/ث

2- الفتيل الإشتعالي السريع:-

تبلغ سرعة اشتعاله من 27 – 90 سم/الثانية حسب الدولة المصنعة، ويستخدم في الشراك الخداعية حيث يتم انفجار العبوة فور إشعال الفتيل في المنفذ، ولذلك لا يمكن تمييزه من حيث الشكل مع الفتيل البطيء لذا قبل إشعال أي فتيل نقوم بإشعال جزء منه عن طريق مسكه بواسطة كماشة. البارود المستخدم في الفتائل السريعة يكون أنعم نسبياً من البارود المستخدم في الفتيل البطيء وهذا ما يبرر سرعة اشتعاله.



فتيل اشتعالي سريع، سرعة اشتعاله 60 سم/الثانية

3- الفتيل الإشتعالي اللحظي:-

تبلغ سرعة اشتعاله من 5 - 33 متر/الثانية حسب الدولة المصنعة، ويستخدم في إشعال الألعاب النارية المقذوفة في الهواء، ويستخدم فيه البارود الأسود الناعم والنيتروسليلوز.





شريط اشتعالي لحظي، سرعة اشتعاله 10 متر/ث فتيل اشتعالي لحظي، سرعة اشتعاله 5 متر/ث



فتيل L1A1 الإشتعالي اللحظي

- طول البكرة 70 متر.
- قطر الفتيل 5.2 ملم.
- سرعة الاشتعال 33.5 متر/ثانية.
- عمره الزمني 3 سنوات.

طريقة تثبيت الفتيل في الصاعق العادي:

- نقوم بتهيئة الفتيل عن طريق قطع أحد أطرافه بشكل عامودي 90 درجة مئوية والطرف الآخر بزاوية 45 درجة مئوية.

- نقوم بإدخال الفتيل من الجهة العامودية في الصاعق بهدوء أو بشكل برم حتى يسهل عملية الدخول بسهولة له وعندما نشعر بصعوبة في إدخاله نتوقف.

- نستخدم كماشة أو بنسة، ونقوم بالضغط على طرف الصاعق العلوي لتثبيت الفتيل داخل الصاعق.



- يمنع الضغط بقوة على جسم الصاعق وبالتالي الضغط على الفتيل مما يؤدي إلى انفجار الفتيل بعد اشتعاله لانحباس الغازات.

ملاحظة:

- إدخال الصاعق داخل العبوة عند العمل فقط.



مثال على أغبى تصرف يمكن أن يقوم به الشخص وهو ضغط الصاعق بالأسنان

طريقة إشعال الفتائل الإشتعالية:

– قبل العمل في هذه الفتائل نقوم بقص 15 سم من بداية الفتيل ونتلفها، والسبب يعود أنه من الممكن أن يكون طرف الفتيل فاسد أو رطب مما قد يفشل اشتعاله. ثم نقطع الطول الذي نحتاجه وذلك حسب مدة التأخير التي نريدها.

– نمسك الفتيل من جهة 45 درجة المراد اشتعالها، وذلك في حال عدم وجود المشعل العسكري الميكانيكي مثل M60.

– نمرر الفتيل بين الأصابع بحيث نجعل الفتيل تحت الوسطى وفوق السبابة والبنصر، ثم نقوم بتثبيت رأس عود الثقاب على رأس الفتيل وعلى الوسطى ونضغط على العود بالإبهام، ثم نمرر علبة الكبريت على العود لإشعاله. ونعرف أن الفتيل اشتعل بمجرد خروج شرارة متصلة من الفتيل.







طرف الفتيل الإشتعالي بزاوية 45 درجة

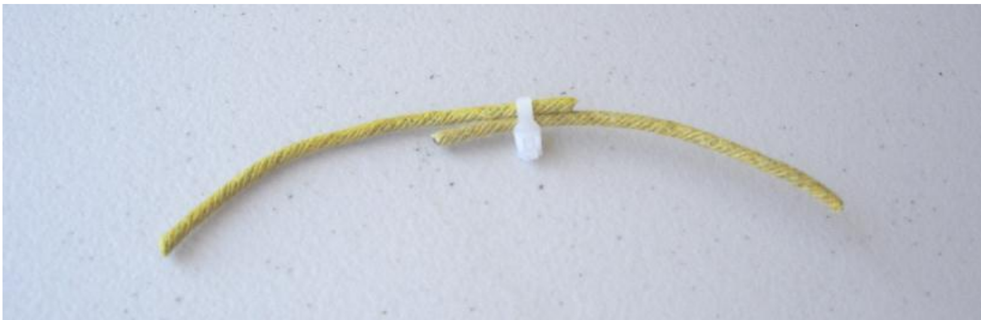
ملاحظة: يمكن إشعال أكثر من فتيل بواسطة فتيل واحد، وذلك بعد قطع الفتائل المراد إشعالها، بزاوية 45 درجة ليسهل اشتعالها، وزيادة في الضمان نقوم بوضع رأس عود الكبريت بينهما ولفهما بشريط لاصق. وتستخدم هذه التوصيلة بين الفتائل الإشتعالية البلاستيكية من الخارج.



- يمكن كذلك التوصيل بين الفتائل الإشتعالية البلاستيكية بالطريقة التالية.



- في الفتائل الإشتعالية القماشية التي تشتعل داخلياً وخارجياً يمكن ربطها بالطريقة التالية، بشرط ربط 10 سم على الأقل بين الفتيلين.



ثانياً: الفتيل الانفجاري

هو وسيلة نقل الموجة الانفجارية، وهو يحتوي على مواد نصف حساسة، بمعنى أنه يجب أن يتلقى الموجة الانفجارية ليقوم بنقلها سواء كان ذلك من تفجير صاعق أو شحنة متفجرة ملامسة له، ويسمى الفتيل الانفجاري أحياناً بفتيل الكورتكس.

أقسام الفتيل الانفجاري:

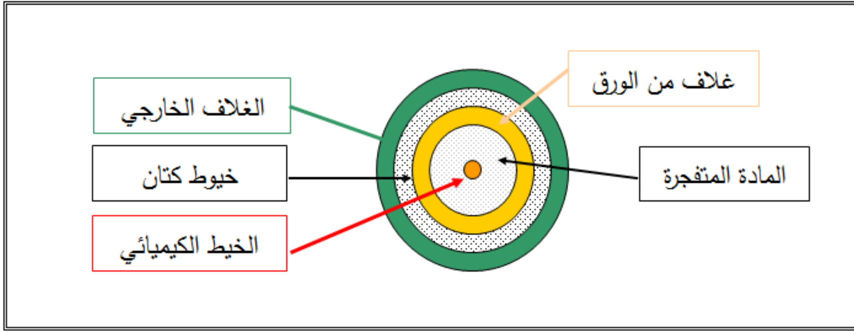
1- غلاف بلاستيكي خارجي (يأتي بألوان مختلفة).

2- خيوط كتان لحفظ المواد.

3- غلاف من الورق.

4- المواد المتفجرة: RDX أو بيتان PETN أو HMX.

5- خيط كيميائي.



مقطع عرضي للفتيل الانفجاري

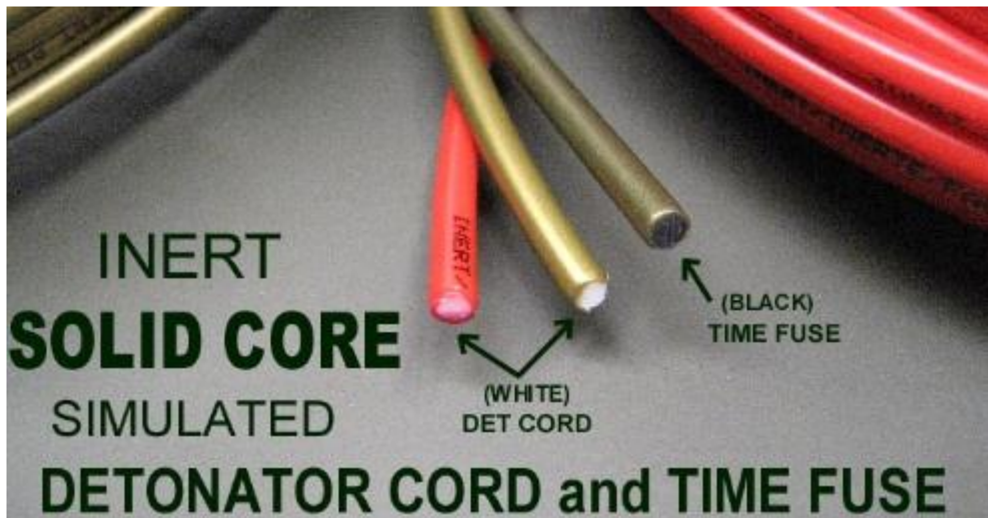
خصائص الفتيل الانفجاري:

- الفتائل الانفجارية تسمى تجارياً بريماكورد Primacord، كوردتكس Cordtex.



- يحتاج إلى موجة انفجارية بواسطة صاعق أو شحنة متفجرة لتفجيره.
- يعتبر بمثابة صاعق للعبوات التي لا تحتوي على صاعق.
- يمكن أن نفجر عدة حشوات في آن واحد باستخدامه.
- يمكن عمل وصلات وتفريعات منه بسيطة ومركبة.
- سرعة انفجاره من 5000 إلى 8000 متر/الثانية حسب نوعه.
- يحتوي على مواد نصف حساسة مثل PETN أو RDX أو HMX.
- الغلاف يكون دائماً مادة بلاستيكية.
- يمكن استخدامه في قطع الأشجار أثناء الحرب والسلم.
- يستعمل الفتيل الانفجاري في معظم عمليات النسف في حال توفره وذلك لسهولة وأمان التعامل معه. كما يمكن استعماله تحت سطح الماء في حال إبقاء طرفيه خارج الماء أو عزلهما عن الماء.
- لا يستعمل تحت الماء بعد أكثر من عشر ساعات.
- يمنع تعريضه لحرارة الشمس لفترة طويلة.
- يمكن أن يستخدم في صنع الأحزمة الناسفة.
- هذا الفتيل لا يفقد خصائصه عند تعرضه لأشعة الشمس ولكن الغلاف يصبح قاسياً.
- يجب تجنب طي وحرف الفتيل بزوايا ضيقة لإمكانية انحراف الموجة الانفجارية وبالتالي توقفها.
- إذا تم اشتعاله يحترق ببطء.

ملاحظة: لا نعتمد لون الفتيل الخارجي في التفريق بين الفتائل الإشتعالية والفتائل الانفجارية، فلكل دولة بيئة استخدام للون الذي تعتمد وإنما نفرق بينها بلون المحتوى، ففي الفتيل الإشتعالي يوجد (بارود رمادي أو أسود اللون) وفي الفتيل الانفجاري يوجد (مادة متفجرة بيضاء اللون).





فتيل اشتعالي **فتيل متفجر**



TIME FUSE

فتيل اشتعالي

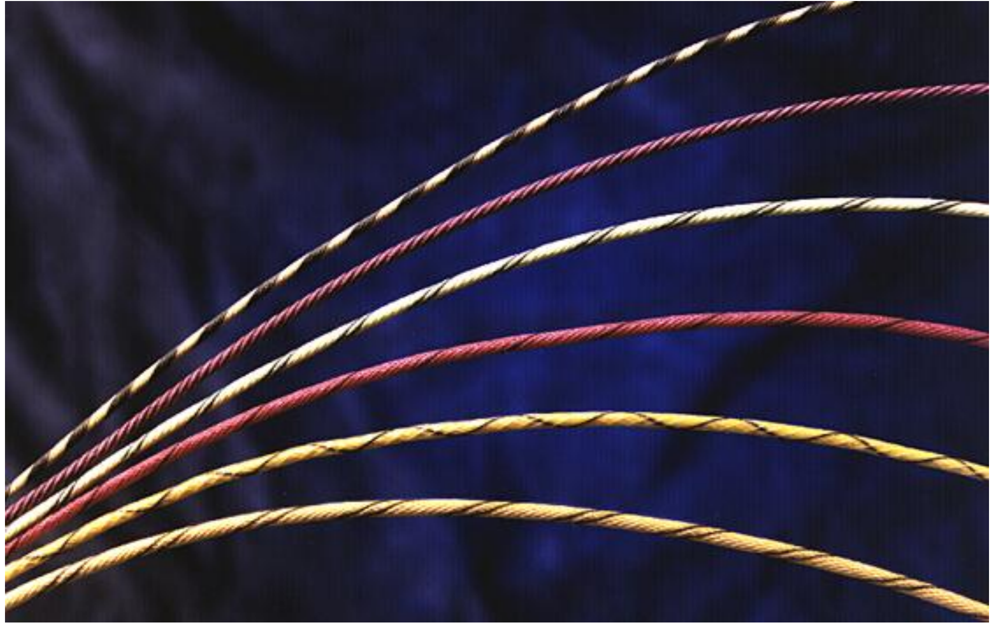


DET CORD

فتيل متفجر



فتيل اشتعالي على اليمين وفتيل انفجاري على اليسار مع أن لونهما الخارجي واحد



فتائل متفجرة مختلفة الألوان



لاحظ الفتيل المتفجر في الحزام الناسف

- بغض النظر عن لون الفتيل المتفجر، يوجد منه العديد من الأنواع مختلفة الأقطار ومختلفة المحتويات من المواد المتفجرة، وبالتالي اختلاف في قدراتها التفجيرية وسرعة التفجير. في المثال التالي نجد فتيلين متفجرين من نفس المصدر، لكن لكل منهما قدرات مختلفة، لأن أقطارهما وكمية المادة المتفجرة مختلفة في كل متر طول من الفتيل.



فتيل متفجر أزرق **فتيل متفجر أبيض**

لونه	أزرق	أبيض
نوع المادة المتفجرة	بيتان	بيتان
كمية المادة المتفجرة	5 جرام لكل واحد متر	10 جرام لكل واحد متر
قطر الفتيل المتفجر	4.3 ملم	4.75 ملم
السرعة الانفجارية	6800 متر/ثانية	6800 متر/ثانية

جدول يوضح الفروقات بين فتيلين انفجاريين



مجموعة من الفتائل المتفجرة مختلفة الأقطار والألوان

قطر الفتيل (ملم)	11.5	8.0	6.6	5.0	3.0
كمية المتفجرات (جم)	80	40	20	12	6
السرعة الانفجارية (م/ث)	6800	6800	6800	6800	6800

- توجد فتائل متفجرة تحتوي على 1200 جرام لكل واحد متر تستخدم في أغراض خاصة، مثل قطع الأشجار الكبيرة.



توصيلات الفتائل الانفجارية

1. توصيل فتيل متفجر بصاعق:



وصل صاعق كهربائي بالفتيل الانفجاري



وصل صاعق كهربائي بالفتيل الانفجاري



وصل صاعق طرفي (عادي) بالفتيل الانفجاري



طريقة ربط صاعق عادي بثلاث فتائل انفجارية

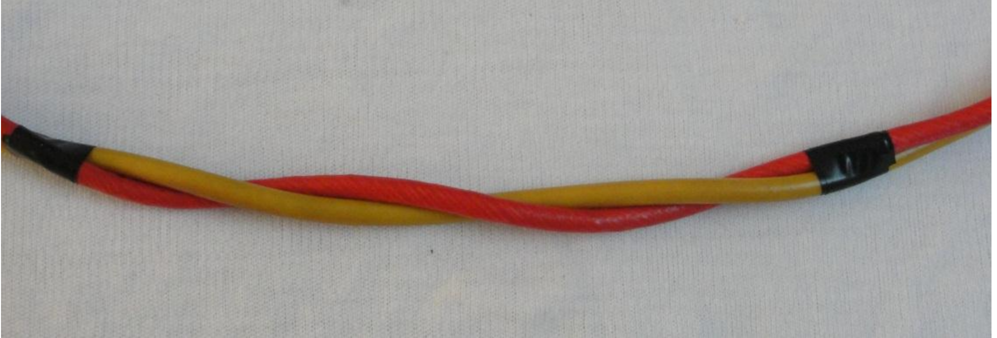


وصل صاعق طرفي (عادي) بفتيلين انفجاريين

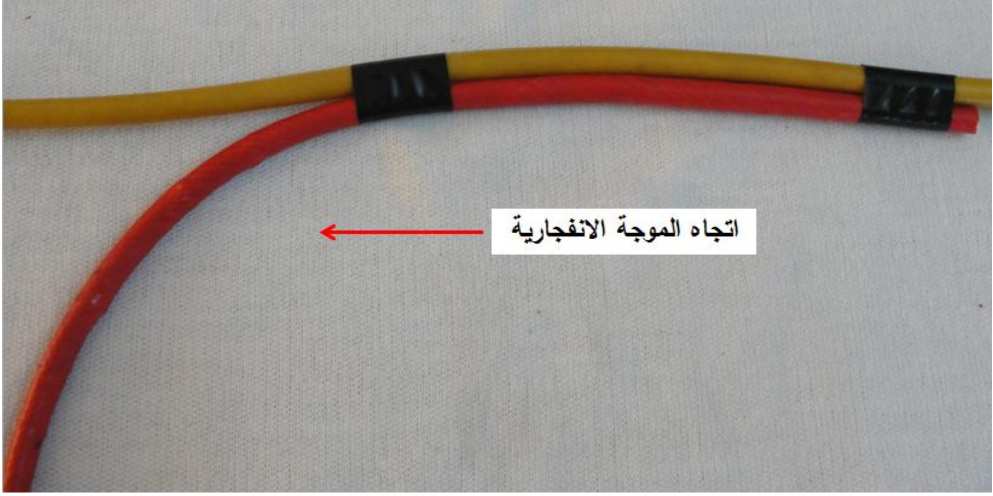
2. توصيل فتيل متفجر بآخر:

- **بطريقة الملامسة:** على أن تكون مسافة الملامسة لا تقل عن 10 سم، ويتم التثبيت بواسطة شريط لاصق أو سلك ويشد بقوة، وتستعمل هذه الطريقة لإكمال خط رئيسي أو لأخذ خط فرعي من خط رئيسي كما هو موضح بالشكل، والانتباه لاتجاه الموجة الانفجارية عند ربط الخط الفرعي، لأنه إذا كان عكس الموجة فسوف ينقطع الانفجار.





وصل خط رئيسي

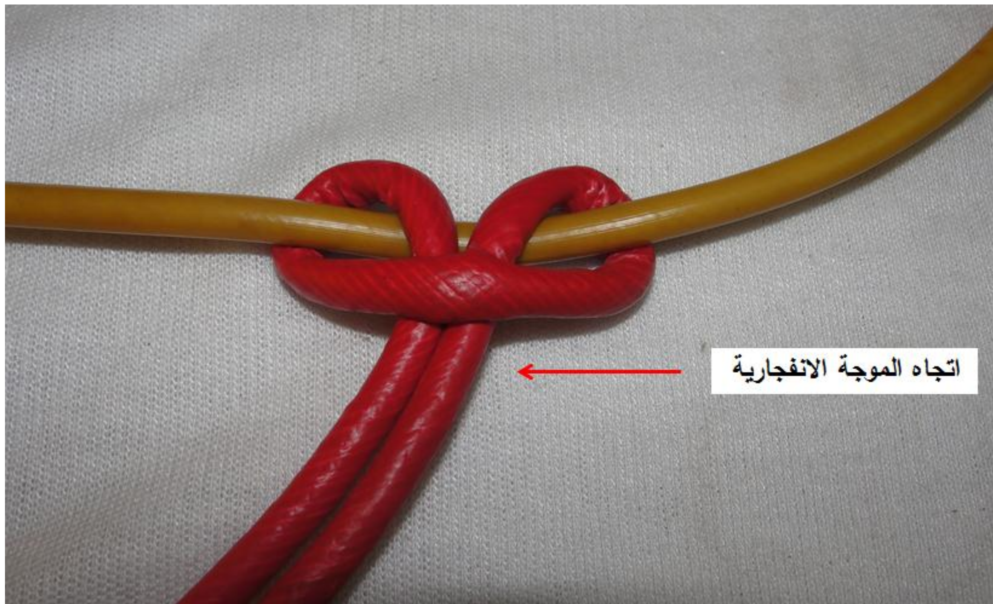


خط فرعي من خط رئيسي، مسافة الملامسة لا تقل عن 10 سم باتجاه الموجه الانفجارية

- **بطريقة عقدة ورقة الشجر أو الفراشة:** وتستخدم لأخذ خط فرعي من خط رئيسي عند عدم معرفة اتجاه الموجة.

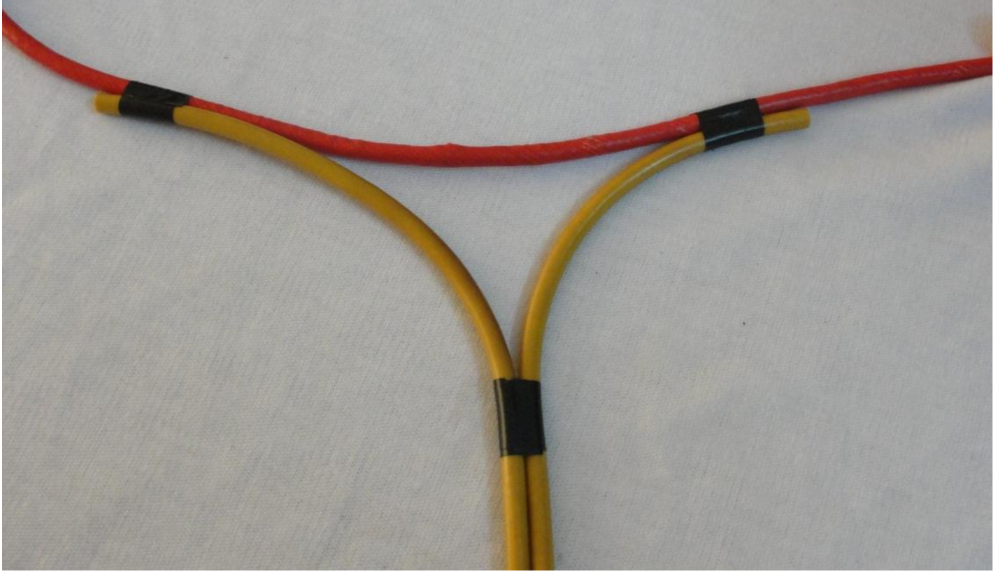


ملاحظة: إذا ما عرف اتجاه الموجة يجب أن تكون الزاوية المؤلفة بين الفتيل الرئيسي والفتيل المتفرع أقل من 90 درجة.



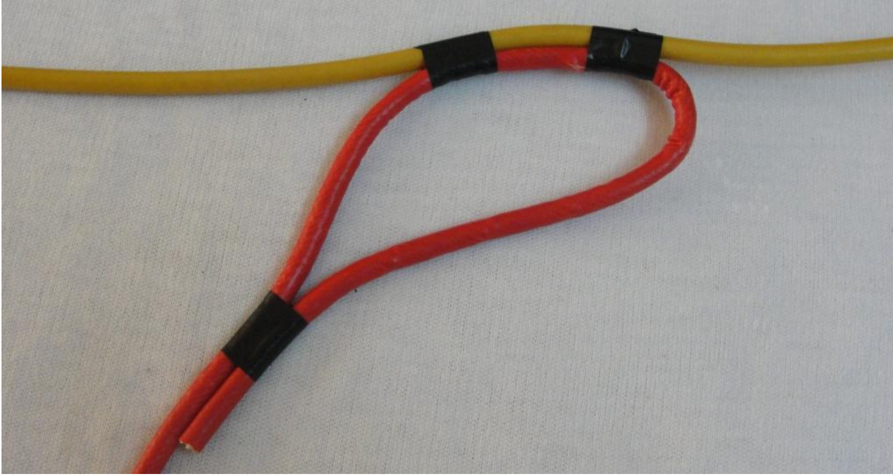


- **بطريقة حرف Y**: وتستخدم لأخذ خط فرعي من خط رئيسي عند عدم معرفة اتجاه الموجة، على أن تكون مسافة الملامسة للأطراف لا تقل عن 10 سم.



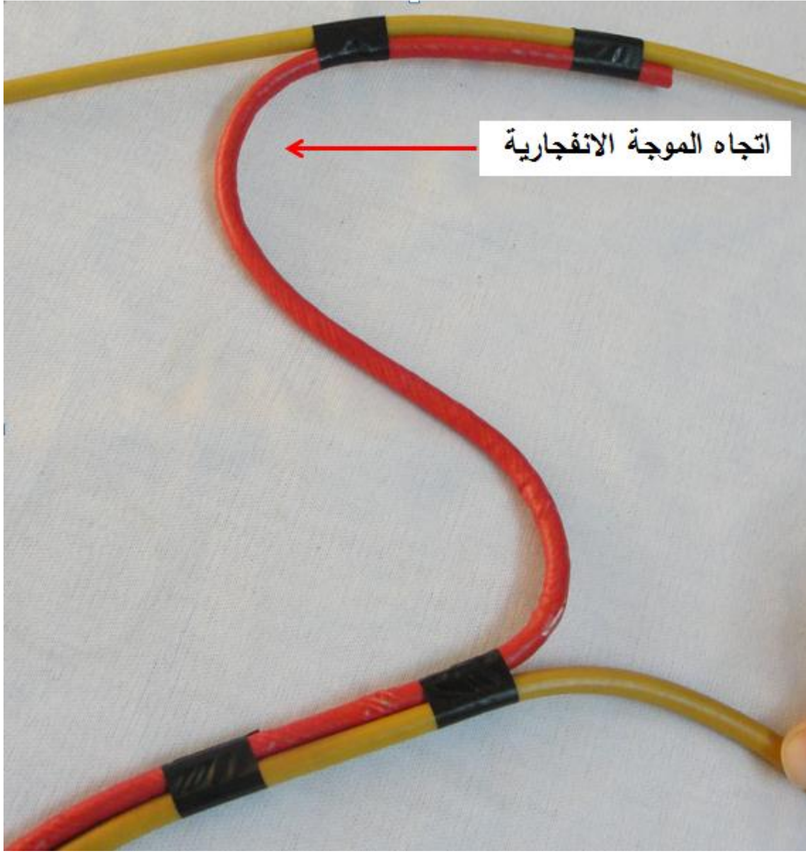
توصيلة حرف Y

- **بطريقة حرف P**: وتستخدم أيضاً لأخذ خط فرعي من خط رئيسي عند عدم معرفة اتجاه الموجة، على أن لا تقل مسافة الملامسة عن 10 سم.



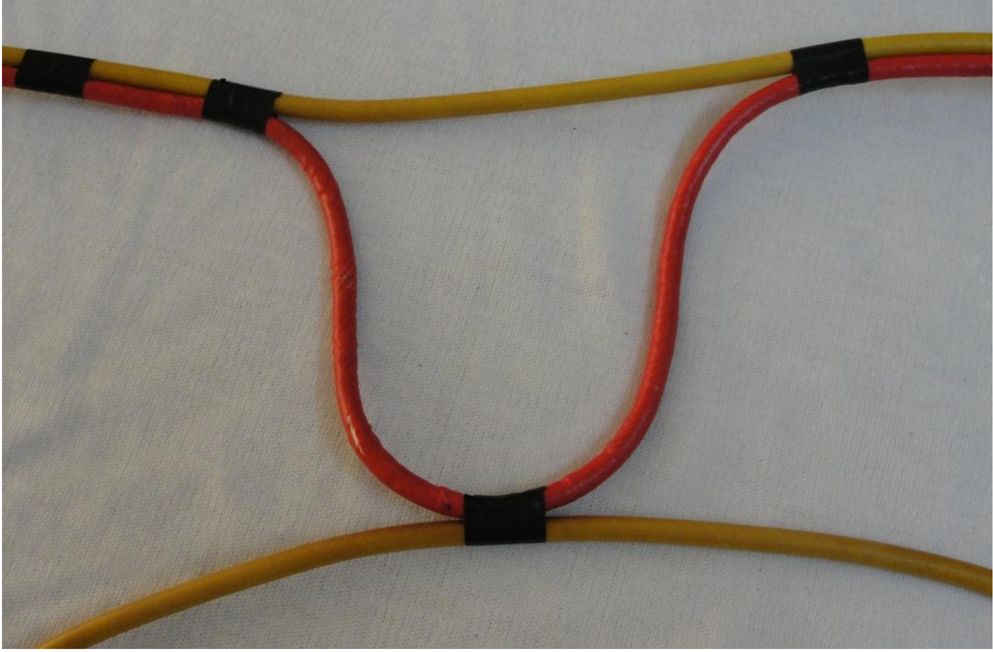
توصيلة حرف P

- **بطريقة حرف S**: وتستخدم لتوصيل خط رئيسي بخط رئيسي آخر بشرط معرفة اتجاه الموجة.



توصيلة حرف S

- **بطريقة حرف U**: وتستخدم لتوصيل خط رئيسي بخط رئيسي آخر عند عدم معرفة اتجاه الموجة، بحيث تكون مسافة التلاقي لا تقل عن 10 سم.



توصيلة حرف U

- **بطريقة الطرفين المجدولين:** وتستعمل هذه الطريقة لإكمال خط رئيسي، بغض النظر عن معرفة اتجاه الموجة الانفجارية.



وصلة الطرفين المجدولين

3. وصل الفتيل بالحشوات:

- **فإذا كانت المادة المتفجرة صلبة** مثل TNT فيجب حفر ثقب في المادة بقدر قطر الصاعق تقريباً، بحيث يكون الصاعق في منتصف القالب تقريباً. وأما إذا كان المستخدم فتيل انفجاري فنقوم بعقد الربطة الوتدية حول القالب ونشدها جيداً كما هو موضح بالشكل.



طريقة ربط الفتيل الانفجاري على قالب TNT

- **فإذا كانت المادة المتفجرة عجينية** مثل C4 فيجب وضع الصاعق في منتصف المادة تقريباً، كما ويجب لف المادة المتفجرة العجينية بعد وضع الصاعق بلاصق أو ورق وشده بواسطة خيط حتى لا يتحرر الصاعق من مكانه أثناء الإعداد أو النقل أو الزرع. وأما إذا كان المستخدم فتيل انفجاري يفضل عمل ربطة المشنقة ووضعها في داخل المادة المتفجرة العجينية وتثبيتها جيداً مع المادة. كما يمكن أن نعقد الربطة الوتدية حول القالب العجيني.



طريقة ربط الفتيل الانفجاري لوضعه داخل المواد العجينية





الربطة الوتدية حول القالب العجيني

الفصل الثالث

سلسلة التفجير

سلسلة التفجير Explosive Train

تعريف:

هي سلسلة ترتيب المواد المتفجرة من المواد المتفجرة الحساسة إلى المواد المتفجرة النصف حساسة ومن ثم إلى المواد الأساسية الخاملة. ويطلق على سلسلة الانفجار الأسماء التالية، سلسلة التحفيز أو خط النار.

يوجد نوعين من سلاسل الانفجار:

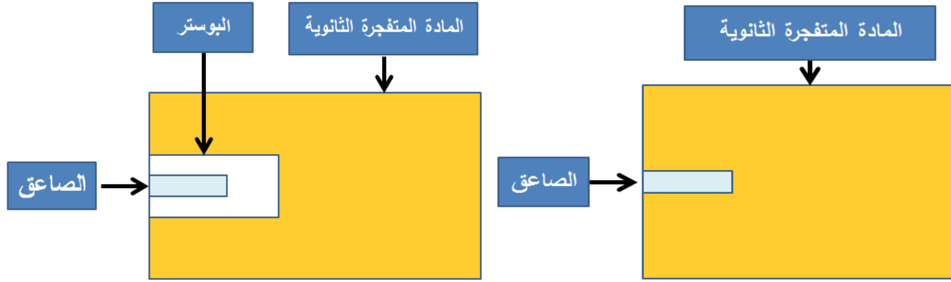
1. سلسلة المتفجرات الضعيفة (المشتعلة):

مثال عليها: سلسلة تحفيز انطلاق المقذوفات الخفيفة والثقيلة، والتي تتكون من بادئ الكبسولة ومن ثم المادة الدافعة. نلاحظ أن هذه السلسلة تتكون من خطوتين فقط.

2. سلسلة المتفجرات القوية (المتفجرة) ويوجد منها:

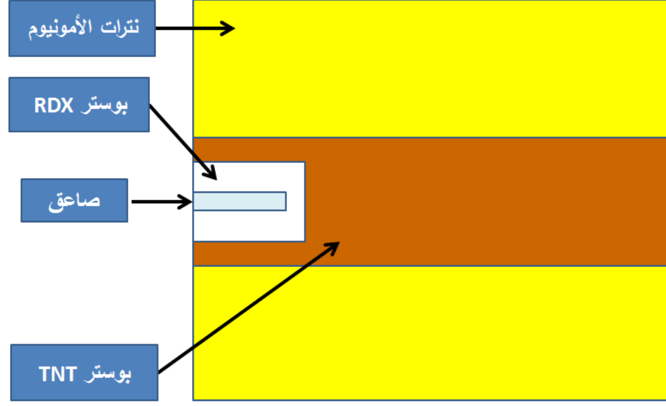
– **خطوتين:** تبدأ بالصاعق ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل الصاعق والديناميت أو الصاعق والمتفجرات البلاستيكية.

– **ثلاث خطوات:** تبدأ بالصاعق ثم البوستر Booster ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق، بوستر RDX، مادة متفجرة أساسية TNT).



سلسلة انفجار تتكون من خطوتين فقط — **سلسلة انفجار تتكون من ثلاث خطوات فقط**

– **أربع خطوات:** تبدأ بالصاعق ثم البوستر Booster، ثم بوستر آخر ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق، بوستر RDX، بوستر TNT عمود وسط، مادة متفجرة أساسية نترات اليوريا أو نترات الأمونيوم).



سلسلة انفجار تتكون من أربع خطوات

لتقييم أي عملية انفجار فإننا نركز على نقطتين:

1. تحقيق الهدف من الانفجار، مثلاً تدمير مبنى كاملاً أو اختراق دبابة وتدميرها ...إلخ، وبذلك نحكم على مجمل عملية الانفجار بالنجاح الكامل أو الجزئي أو الفشل.
2. انفجار كامل المادة.

فكما هو معلوم لدينا أن المتفجرات السريعة تصنف إلى عدة أنواع:

1. مادة بادئة حساسة (بادئ انفجار).
2. مادة ثانوية حساسة (مادة متفجرة نصف حساسة).
3. مادة ثانوية خاملة (حشوة رئيسة).

وتقسم عملية الانفجار إلى ثلاث حالات من حيث نتيجة الانفجار:

- **انفجار تام:** انفجار كامل المادة.
- **عجز انفجار:** انفجار جزء من المادة فقط.
- **فشل انفجار:** عدم انفجار المادة.

وعندما نقوم بترتيب المواد المتفجرة في أي انفجار يجب مراعاة الأمور التالية:

1. **الحساسية:** مدى استجابة المادة للمحرض الخارجي. مثل: الحرارة، الطرق، الاحتكاك ... إلخ.
2. **السرعة:** سرعة تحول المادة إلى غاز (سرعة الغازات المنطلقة).

3. **القوة:** قوة تأثير المادة، وتقاس نسبة إلىTNT. فمثلاً قوة النيتروجليكول = 2 من قوة TNT.

4. **الشراسة:** وتقاس نسبة إلى شراسة TNT. فمثلاً شراسة HMX = 1.35 من شراسة TNT.

5. **النقاوة:** نسبة وجود الشوائب في المادة.

6. **الكثافة:** ونقصد بها الكثافة النوعية للمواد المتفجرة. و(الكثافة المطلقة لكل مادة متفجرة).

ولإتقان التعامل مع سلسلة التفجير يجب دراسة خواص المواد المتفجرة جيداً قبل استخدامها في العبوات المطلوبة لتحقيق الهدف الأساسي من الانفجار وضمان الانفجار الكامل لكل المادة المتفجرة.

ولفهم تأثير الانفجار فإننا نلخصه في ثلاث عبارات:

1. حجم الغازات الناتج عن التفجير.
2. سرعة هذه الغازات.
3. درجة الحرارة الناتجة عن عملية التفجير.

قواعد مهمة في سلسلة التفجير يجب الانتباه لها عند توظيف المتفجرات:

– كلما زادت كثافة المادة (الكثافة المطلقة) كلما زادت قدرتها (قوتها وشراستها)، والعكس صحيح.

– كلما زادت الكثافة انخفضت حساسية المادة والعكس صحيح، لذلك فهي تحتاج إلى محرض قوي وعنيف.

– كلما زادت درجة نقاوة المادة المتفجرة الخاملة زادت حساسيتها إلى حد معين وهو عدم قدرتها للتحول إلى مادة حساسة، والعكس صحيح.

– كلما كان الصاعق ضعيفاً كلما ازداد صعوبة تحول المادة المتفجرة الخاملة إلى غاز خلال فترة قياسية، وقد يحدث فشل في الانفجار أو انفجار جزئي.

– الحساسية مرتبطة بقدرة المادة على التحول إلى غاز وليست مرتبطة بسرعة تحولها إلى غاز.

– كلما زاد حصر المواد المتفجرة الخاملة الضعيفة مثل نترات الأمونيوم أو نترات اليوريا (حتى نسبة معينة) زاد في سرعة الغازات الناتجة عن الانفجار مما يجعل الضغط الناتج عنها يزداد والأثر التدميري لها يكبر.

شروط ترتيب سلسلة التفجير (خط النار):

1- ترتيب وضع المواد وفقاً لـ (الحساسية الأكثر حساسية أولاً، السرعة الأسرع أولاً، القدرة الأكثر قدرة أولاً، النقاوة الأنقى أولاً، الكثافة) ويكون الترتيب وفقاً لتسلسل ذكر الخواص.

2- يجب أن تكون المادة الحساسة في داخل المادة التي تليها الأقل حساسية، وملامسة لها من معظم الاتجاهات.

3- يجب مراعاة التجانس في الطبقة الواحدة للحشوة (كامل المادة المتفجرة) عند الترتيب حتى ولو كان من نفس نوع المادة، فلا يصح خلط الـ TNT المطحون مع الصلب في نفس الطبقة مثلاً.

4- نوع وقدرة البادئ (الصاعق) يلعب دور رئيسي في عملية ترتيب المواد ويجب التنبه له جيداً، فمثلاً إذا كان لدينا صاعق ضعيف مثل بيرو كسيد الأستون (الثلج الأبيض) و TNT صلب وآخر مطحون، فيجب ترتيب المواد كالتالي الثلج في البداية ومن ثم الـTNT المطحون وبعده الـ TNT الصلب، ولو عكسنا المطحون بدل الصلب فلن يحصل انفجار (فشل). في حين لو كان لدينا بادئ قوي مثل صاعق نظامي فإن الـ TNT الصلب يأتي أولاً يليه المطحون، ولا يصح العكس لأنه لو عكسنا المطحون مع الصلب فسيحصل غالباً ضعف في الانفجار. واختلاف النتيجة بسبب اختلاف قدرة الصاعقين.

5- حشوة البوستر مادة متفجرة ثانوية حساسة لها قدرة وسرعة عالية، وتستخدم في تحريض وتفجير المادة المتفجرة الخاملة، نسبتها في المادة الخاملة من (2 إلى 5)%،

ويفضل أن يكون شكلها متناسب مع شكل الحشوة الرئيسة، ويتحدد نوعها وكميتها بحسب حساسية وحجم ونوع المادة الخاملة وكذلك على قدرة البادئ (الصاعق).

ملاحظة: كلما كانت قوة الصاعق أكبر وكذلك قدرة مادة البوستر كان انفجار العبوة تام وكان تأثير المادة الخاملة (الأساسية) أكبر.

لسهولة التعامل مع سلسلة التفجير، اتبع القواعد التالية:

1- قدم المواد العسكرية مثل TNT على المواد المدنية مثل نترات الأمونيوم ونترات اليوريا.

2- استخدم مادة أزيد الرصاص في حال وجودها أكثر من فلمنات الزئبق.

3- في المتفجرات الخاملة الأساسية قدم المواد العجينية (البلاستيكية) على المواد الصلبة.

4- في وجود الصاعق الضعيف قَدِّم المواد البودرية الشكل على المواد الصلبة. في وجود صاعق ضعيف ومادة متفجرة خاملة ذات كثافة عالية (صلبة)، قم بطحن جزء من المادة الخاملة لتقوم بدور حشوة البوستر وبنفس نسبة حشوة البوستر. واحرص أن تكون المادة المطحونة ملامسة للمادة الخاملة الصلبة، في وسطها وعلى كامل طولها ما أمكن.

5- في المتفجرات المدنية مثل نترات الأمونيوم، اخلطها ببودرة الألمونيوم إن توفرت أو على الأقل اخلط جزء منها مع بودرة الألمونيوم. في حين تم خلط المواد المدنية مع بودرة الألمونيوم يقدم الخليط في السلسلة عن المادة المتفجرة الخاملة المدنية.

6- في المتفجرات الصلبة ضعيفة الحساسية المدنية قم بطحن كامل المادة لضمان انفجار كامل لها، واحصرها في وعاء معدن سمكه من 0.5 إلى 2 سم بحسب كمية المادة للحصول على قوة أكبر للمادة.

7- احرص على عدم إطالة سلسلة التفجير في المواد الخاملة لتجنب حدوث خلل، والجأ لذلك عند الحاجة فقط.

مثال على توظيف سلسلة التفجير:

توفر لدينا صاعق (فيه فلمنات الزئبق)، و 50 كجم من نترات اليوريا، و 10 كجم من TNT الصلب مع العلم أن TNT شحيح. رتب المواد وفقاً لقواعد سلسلة التفجير؟

الحل

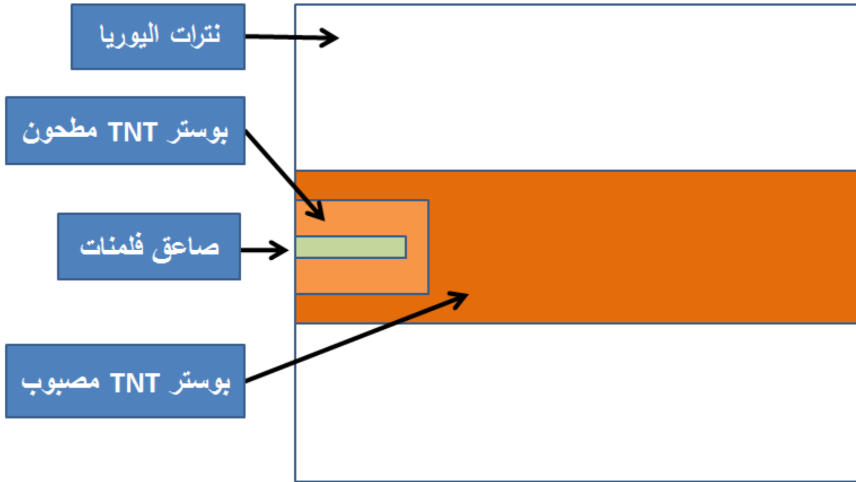
بما أنه لدينا صاعق ضعيف (فلمنات الزئبق) ومادة نترات اليوريا ضعيفة الحساسية والقوة، وبما أن TNT شحيح فإننا نقوم بالتالي:

1- نتأكد من نقاوة مادة نترات اليوريا أولاً من الأحماض والرطوبة، ثم نطحنها جيداً ويفضل خلطها مع بودرة ألمونيوم إن وجد لزيادة حساسيتها.

2- نحتاج إلى 2.5 كجم من TNT، ونقوم بطحن 300 جرام منه.

3- نرتب سلسلة الانفجار كما في الصورة.

4- نضع نترات اليوريا في كابح معدني سميك ونوفر الكمية الباقية من TNT.



سلسلة انفجار تتكون من أربع خطوات

ملاحظة: الصاعق النظامي في معظم الأحيان لا يفجر لغم الدبابات لكثرة الشوائب الموجودة فيه، لذا يجب استخدام حشوة مساعدة بوستر مناسبة كالـ C4 وفي حال تعذر وجود الحشوة المساعدة المناسبة فإننا نقوم بطحن جزء من المادة المتفجرة المستخدمة في اللغم ووضعها كبوستر علماً أن قدرة الانفجار ستقل نسبياً.

الفصل الرابع

الموجـــة الانفجارية

الموجــة الانفجارية Explosive Wave

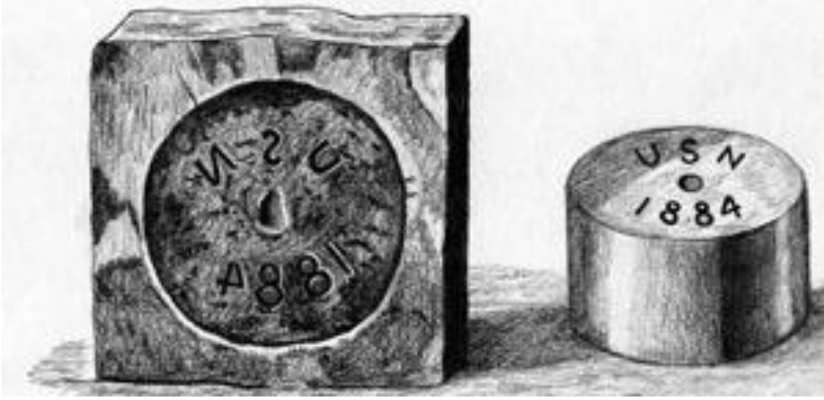
تعريف الموجة الانفجارية:

هـي الغـازات الناتجـة والمتشـكلة عـن الانفجـار والتـي تـؤدي إلـى انقطـاع وخلـل مفاجئين في الخصائص الفيزيائية للمحيط نتيجة السرعة القصوى التي يتم بها التفاعل الانفجـاري ومـا ينـتج عنهـا مـن (صـدمة، ضـغط، حـرارة). إن أسـاس هـذه العمليـة هـو التحلل الشديد لكمية صغيرة من المادة المتفجرة خلال فترة زمنية قياسية بواسطة صدمة موضعية أو نتيجة التسخين السريع حتى تصل إلى نقطة التحلل اللحظي.

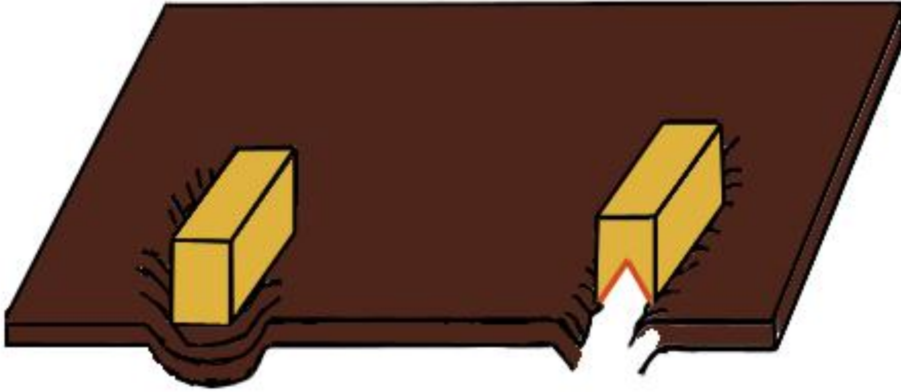
نتيجـة هـذا الانفجـار أو التحلـل السـريع للمـادة المتفجـرة يتولـد عنـه كميـة كبيـرة مـن الغـازات والحـرارة والضـغط تـؤثر علـى الطبقـات المجـاورة للمـادة المتفجـرة وكأنـه صـدمة جديدة تكرر العملية ذاتها على بقية أجزاء المادة المتفجرة والموجودة بالقرب من مركز الانفجـار، تـؤدي إلـى انفجـار كامـل المـادة، وتسـمى هـذه العمليـة بالتفاعـل الـذاتي الانتشـار. إذ يكـون التفاعـل ذاتـي الانتشـار عنـدما تسـاعد الطاقـة الناتجـة عنـه علـى استمراريته دون الحاجة إلى طاقة خارجية حيث أن التفاعلات الانفجارية تبدأ بمؤثر خارجي لكنها تستمر بفعل الطاقة المنبعثة منها.

تاريخ الموجة الانفجارية:

توسـع علـم المتفجـرات وتنـوع بعـد اكتشـاف الموجـة الانفجاريـة ودراسـة خواصـها، وكـان ذلـك قـدراً مـن قبـل العـالم الأمريكـي تشـارلز مـونرو فـي مركـز الأبحـاث بنيويـورك وذلك عام (1888م) حيث لاحظ عند تفجير البارود القطني داخل قالب محفور عليه (USN1884) أنه ترك أثر على الجسم الملامس للقالب محفوراً علية نفس الأحرف، وقد عرف هذا الاكتشـاف فـي حينهـا بظـاهرة (مـونرو). USN هـي اختصـار للكلمـات التالية **U**nited **S**tates **N**avy والتي تعنـي الأسطول البحري الأمريكي. أمـا 1884 فهي تاريخ إنتاج قالب البارود القطني.



عام 1910م اكتشف العالم الألماني إيغون نيومان أن TNT لو وضع على شكل مخروطي يمكنه اختراق الحديد بشكل أفضل عما لو كان بلوك مستطيل الشكل. في الصورة التالية نجد إذا وضعنا بلوك من TNT على لوح حديد وتم تفجيره سيكون الناتج انبعاج في الحديد فقط، في حين لو وضعنا بلوك TNT على هيئة مخروط سوف يتم تقطيع لوح الحديد.



في عام 1939م توصل المهندس الكيميائي السويسري هنري موهابت إلى استخدام معدن كبطانة لعبوة الخرق وتوصل أيضاً إلى مسافة المباعدة Stand-off Distance اللازمة لعملية الانفجار، ولاحظ إن انفجار عبوة خرق موجهة لها بطانة معدنية ومسافة مباعدة ذات حجم معين من مادة متفجرة يساوي 10 أضعاف هذه المادة في عبوة غير موجهة. عام 1940م توجه هنري موهابت إلى الولايات المتحدة وبلغهم بالاكتشاف وبدئوا بعمل أول سلاح مضاد للدروع يعمل على كل المفاهيم السابقة، وهو البازوكا.

في عام 1941م صمم الأمريكان صاروخ (2.36) بوصة المعروف باسم (بازوكا Bazooka)، واستخدم في الحرب العالمية بكثرة ضد الدبابات الألمانية.



أكبر عبوة خرق تم صناعتها في العالم، كانت في الحرب العالمية الثانية على يد ألمانيا وكانت تسمى ميستيل Mistel، وهي عبارة عن طائرة قاذفة ألمانية ضخمة تم تحويرها إلى عبوة خرق ضخمة، تحتوي على 1720 كيلو جرام متفجرات وكانت تخترق 7 متر في الحديد أو 21 متر في الباطون المسلح، قطر المخروط فيها يساوي 2 متر وسمكه 30 ملم وزاويته 120 درجة.



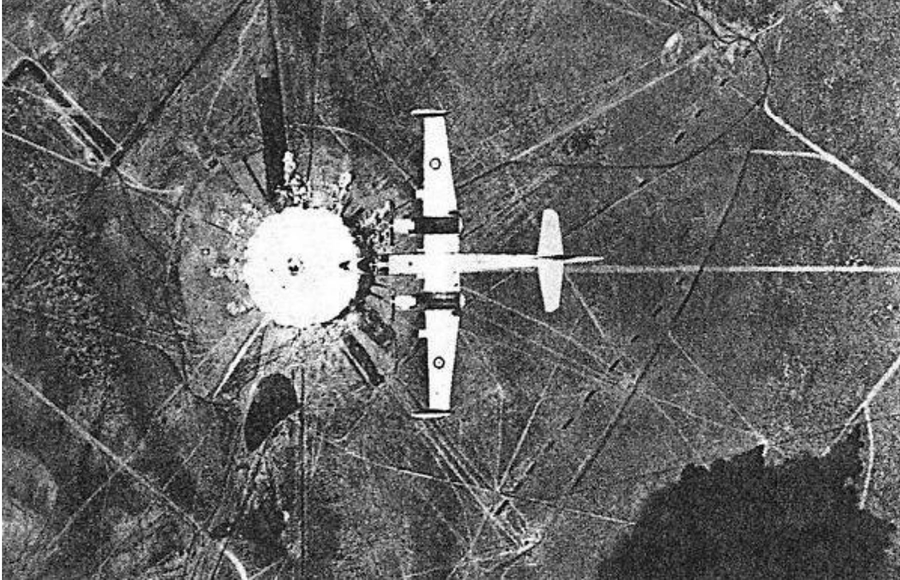
أنواع الموجات الانفجارية

1. موجة انفجار المواد المشتعلة.



موجة انفجار دائرية متشكلة على سطح المحيط، تولدت من إطلاق القذائف من المدافع العملاقة

2. موجة انفجار المواد المتفجرة التقليدية.



تشكل موجة انفجارية نتيجة انفجار قنبلة أسقطت من الطائرات في الحرب العالمية الثانية



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار 500 طن من TNT



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار قذيفة من TNT

3. موجة انفجار خليط الوقود مع الهواء.

الانفجار الفراغي الحراري أو انفجار خليط الوقود والهواء:

ويتكون من غبار مواد مشتعلة سواء كانت (صلبة أو سائلة أو غازية) في الهواء وبوجود الهواء الذي يحتوي على الأكسجين يكتمل كل متطلبات الانفجار، فعند إعطاء شرارة يحدث الانفجار. هو عبارة عن انفجار خاص يحدث في المناجم كثيراً، من عام 1987 إلى 1997 حدث 129 انفجار عفوي بهذه الطريقة في العالم. كذلك ممكن أي يحدث في بيوتنا عندما يتم تسريب غاز الطبخ في داخل البيت ويختلط بالهواء، أي شرارة ممكن أن تشعل هذا الانفجار.

السرعة الانفجارية في الانفجار الهوائي الوقودي تقريباً 3500 متر/ثانية في حين أن درجات الحرارة تكون ضعف المتفجرات التقليدية تقريباً. هذا الانفجار يكون فعال جداً في الأماكن المغلقة نسبياً، أما في الأماكن المفتوحة تقل قوته نتيجة تشتت غازات الوقود في الهواء. يتم قتل الكائنات الحية نتيجة حرارة الانفجار العالية وفقد الأكسجين في مكان الانفجار.



1



2



3





مقارنة بين انفجار تقليدي وانفجار فراغي حراري

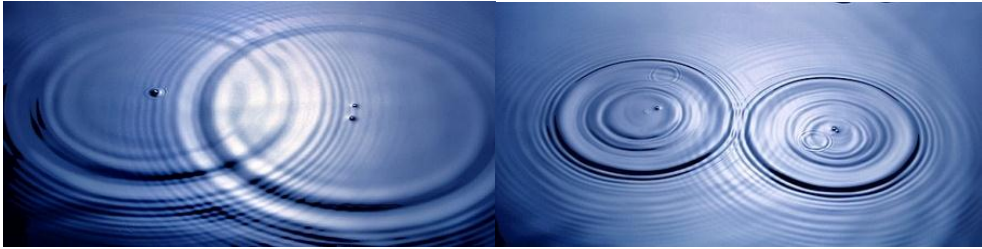
أهمية دراسة الموجة الانفجارية:

1. التمكن من استخدام وتوظيف المتفجرات لمختلف الأهداف ملائمتها للهدف (أفراد، آليات، منشآت) بمختلف الظروف.
2. الحصول على خصائص مناسبة للمادة المتفجرة عن طريق تصنيعها أو عمل الخلائط المناسبة لتلائم الهدف.
3. تشكيل العبوات.
4. توجيه الانفجار.
5. دراسة أثر الانفجار قبل حدوثه.
6. تحليل أثر الانفجار بعد وقوعه.

خصائص الموجة الانفجارية

1- تخرج على شكل موجات:

هذا ما نلاحظه في المحيط الذي تكون جزيئاته قابلة للانضغاط مثل الهواء والتربة، ويمكن تشبيه ذلك بالحجر الذي يسقط من أعلى في الماء سقوطاً حراً فنلاحظ أن الحلقة الأولى من الموجة صغيرة نسبياً والمسافة بين الحلقات الأخرى كبيرة، وإذا ما قذفنا نفس الحجر من نفس الارتفاع ولكن بسرعة أكبر فإننا نشاهد أن الحلقة الأولى كبيرة والمسافة بين بقية الحلقات الأخرى صغيرة.



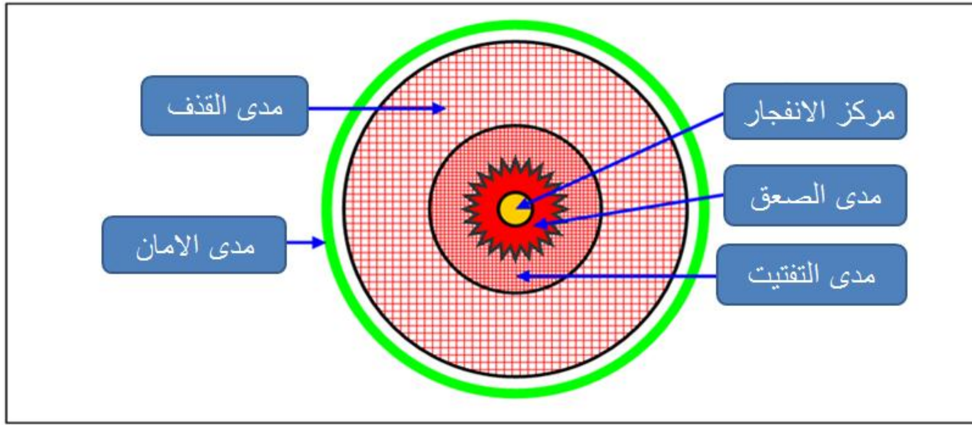
سقوط الحجر في الماء ببطء — سقوط نفس حجر في الماء بسرعة

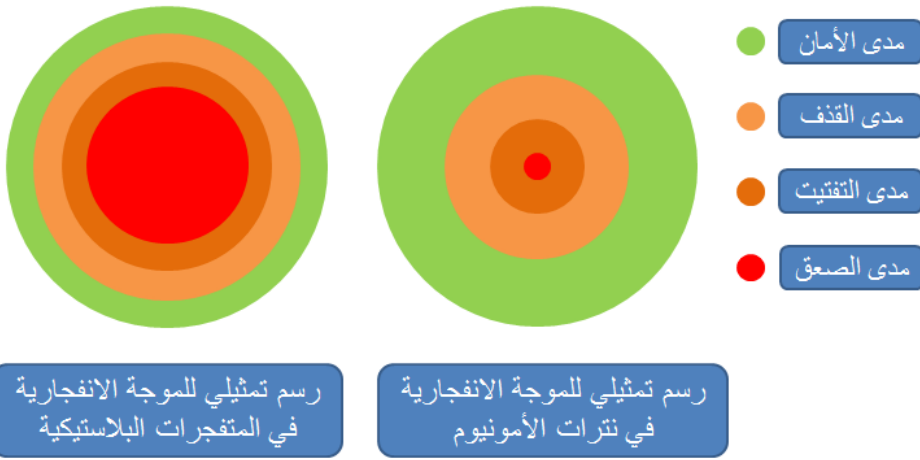
2- تضمحل وتتلاشى:

عند حدوث الانفجار فإن أقوى نقطة لأثر التفجير تكون في مركز الانفجار، وكلما ابتعدنا عن المركز نلحظ ضعف التأثير، مما يؤدي هذا التفاوت إلى تشكيل

حلقات حول مركز الانفجار تختلف في تأثيرها على المحيط. فالحلقة الأولى تمثل دائرة الصعق بالنسبة للمتفجرات وفي الغالب نشاهد أثر لانصهار جزء من المعدن المتواجد في المحيط وصعق أي مادة تقع ضمن هذه الدائرة، ويسمى مدى الصعق أو مدى التخريب الكامل. وفي الحلقة الثانية التي تمثل دائرة التفتيت نلاحظ أن الأجسام الموجودة في هذه الدائرة تكون مجزأة ومقذوفه ويسمى مدى التفتيت. بينما في الحلقة الثالثة نلاحظ أن الأجسام محافظة على شكلها إلى حد ما ومقذوفه بعيداً عن مركز الانفجار ويسمى مدى القذف. بعد ذلك لا نلحظ أي أثر للانفجار بمعنى أثر الموجة الانفجارية عندها يساوي صفر ويسمى بالمدى الآمن للتخريب. علماً أن هذه الحلقات تتشكل في اللحظة الأولى للانفجار ويتفاوت شكل هذه الحلقات بحسب المادة المتفجرة (حجم، نوع، كثافة). كلما كانت المادة بطيئة السرعة كان تأثيرها التدميري أكبر في الوسط المحيط، وذلك لأنها تسمح لتردد الموجة أن يؤثر مدة أكبر في الهدف، أما لو كانت المادة سريعة كان تأثيرها الصعقي أو القطعي أكبر في الوسط المحيط، فمثلاً خلائط نترات الأمونيوم وTNT يفضل استخدامها في تدمير المنشآت والحفر، بينما C4 تستخدم في قطع المعادن وفي العبوات ذات الشظايا لإكسابها سرعة أكبر وكحشوات مساعدة لسرعتها ولكبر حجم دائرة الصعق لها. ولتقريب الصورة نلاحظ عند قذف حجر على زجاج فإنه يهشمه ويحطم جزء كبير منه، بينما عند إطلاق رصاصة فإنها تثقب الزجاج ولا تهشمه.

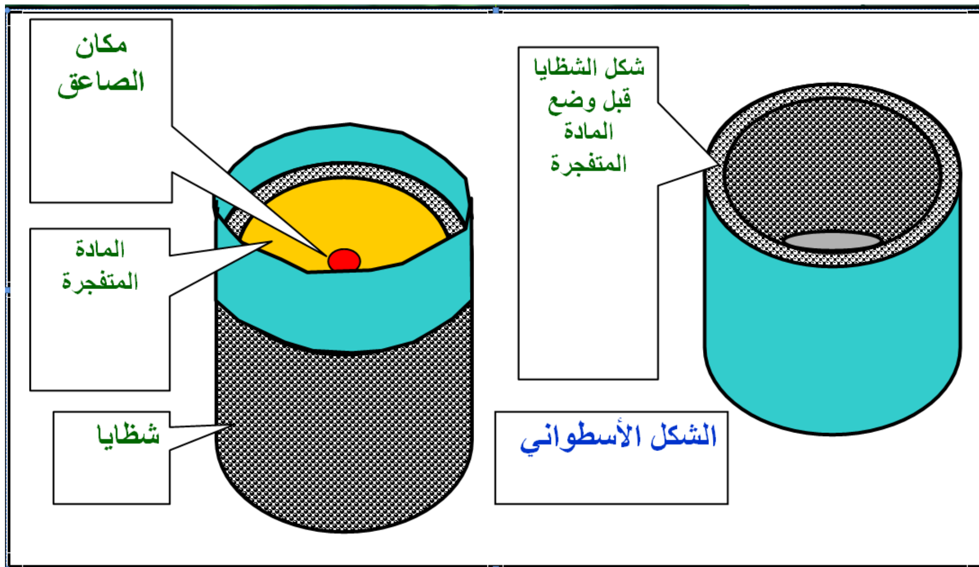


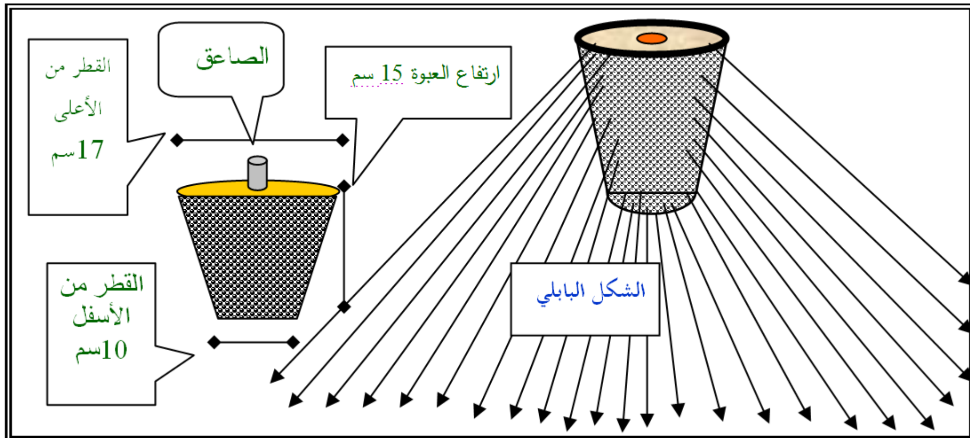


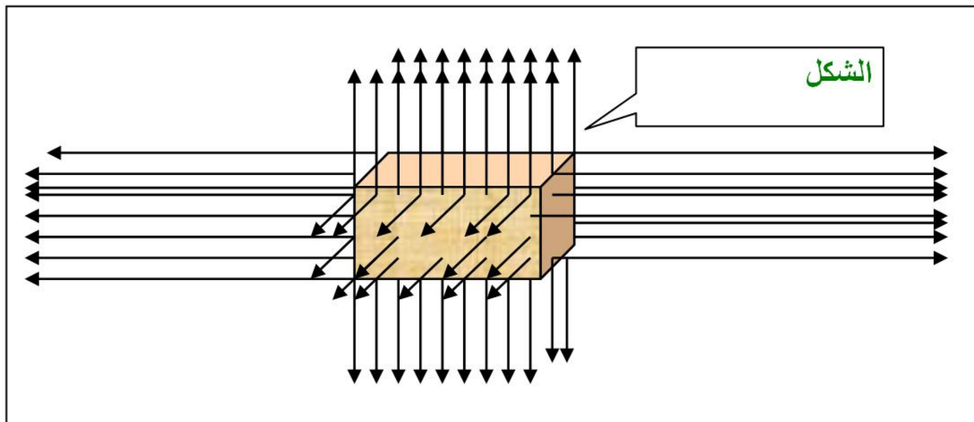


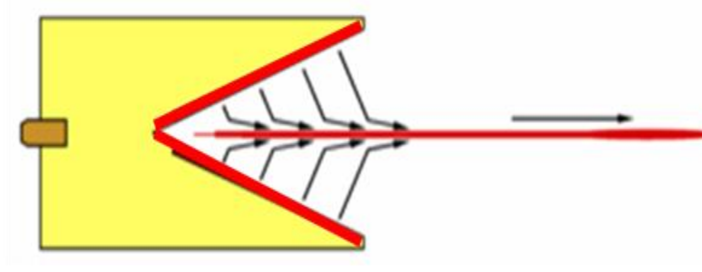
3- تخرج بشكل متعامد عن سطح المادة المتفجرة:

عند تشكيل المادة المتفجرة بعدة أشكال فإننا نلاحظ أن الموجة الانفجارية تتشكل بتشكل المادة، ولذلك تتنوع الأشكال بحسب الهدف والمراد من عملية التفجير، فمثلاً في عبوة الخرق فإننا نلتزم بالحشوة الجوفاء مخروطية الشكل، ولو أردنا فتح ثغرة في حقل ألغام أو أسلاك شائكة فإننا نلجأ إلى الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور)، ولو أردنا تفجير عبوة متشظية في وسط أفراد فإنه يفضل اللجوء إلى العبوة الاسطوانية الشكل.


مكان الصاعق
المادة المتفجرة
شظايا
شكل الشظايا قبل وضع المادة المتفجرة
الشكل الأسطواني


القطر من الأعلى 17سم
الصاعق
ارتفاع العبوة 15 سم
القطر من الأسفل 10سم
الشكل البابلي


الشكل



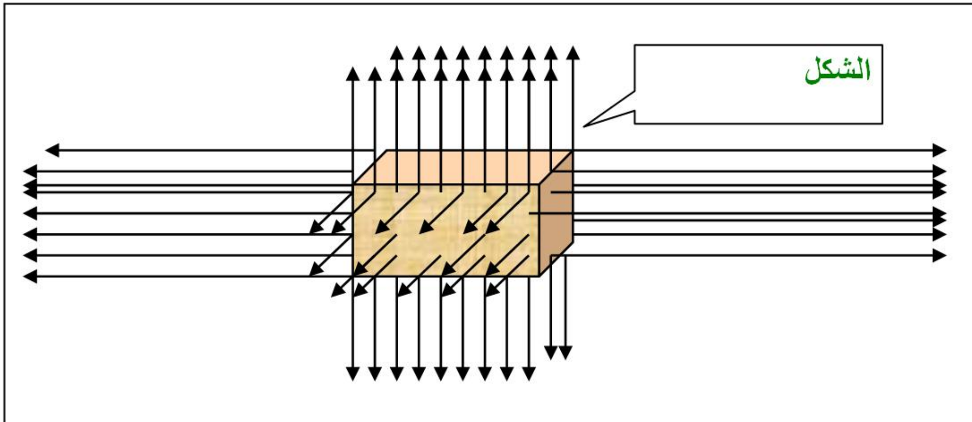
تشكيل موجة الانفجار باتجاه الهدف في عبوة الخرق



لاحظ الموجة الانفجارية التي تخرج متعامدة على سطح البنجالور الذي يبلغ طوله 20 متر

4. تتناسب طردياً مع حجم المادة المتفجرة:

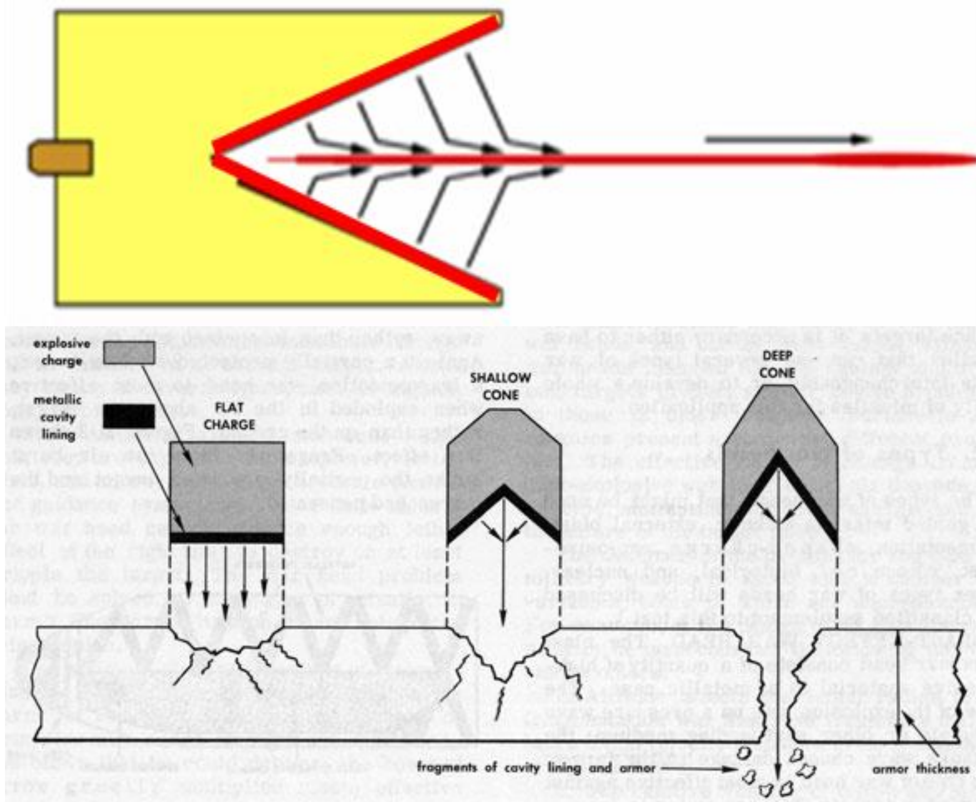
كلما زادت سماكة أو طول أو عرض أو قطر المادة المتفجرة زادت قوة ومدى الموجة الانفجارية بالاتجاه الذي تكون فيه المادة أكبر. علماً أنه إذا كان سطح المادة المتفجرة عريض وليس لديه سماكة مثلاً فإننا سنلحظ حجم التأثير على مساحة الهدف أكبر ولكنه ضعيف وليس عميق كما هو موضح في الشكل التوضيحي.



إذا أردنا دفع الشظايا لمدى أبعد فعلينا أن نسمك المادة المتفجرة خلفها بالقدر الذي يحافظ على شكل الشظية ولا يفتتها. وإذا أردنا تدمير هدف فيجب علينا مراعاة شكل الهدف وحجمه لاختيار الشكل والحجم المناسب للمادة المتفجرة اللازمة لتدميره أو إعطابه. حيث نلاحظ اختلاف أثر كمية محددة من المادة المتفجرة على هدف معين باختلاف شكلها.

5- تتقوى:

بمعنى أن الموجة الانفجارية تتعاضد مع موجة أخرى لتتضاعف بذلك قوتها عند توجيهها على نقطة محددة. ونلحظ ذلك جلياً في عبوات الخرق حيث أن الموجات تتعاضد لتتقوى مما يؤدي إلى زيادة التأثير على الهدف وتعميق الخرق فيه، علماً بأن تفجير نفس الكمية من المادة دون الاستفادة من هذه الخاصية لا يكاد يحدث أي أثر يذكر في التصفيح.



6- تتكسر:

عند اصطدام موجتين انفجاريتين متضادتين فإنهما يضعف كل منهما الآخر. وكأي خاصية يمكن أن توظف للاستفادة منها إيجابياً وتتجنب السلبيات. مثلاً فعند تفجير عبوتين متماثلتين (لهما نفس المواصفات) باتجاهين متضادتين على بعد مسافة متساوية من الهدف فإن منطقة التقاء الموجتين تشكل قمة العصف الموجي ويكون فيها التأثير التدميري أقوى ما يكون.

7- العدوى:

هو إنصعاق مادة متفجرة نتيجة وقوعها في مدى الصعق لمادة متفجرة أخري. حيث أنه في اللحظة الأولى تبدأ بتشكل عدة دوائر مختلفة التأثير نتيجة تناقص قوة الضغط الناتج. لذا لحصول العدوى يجب أن تكون الصدمة الانفجارية الناتجة عن الانفجار كافية لتوليد الطاقة الكافية لبدء الانفجار وجعله ذاتي الانتشار. وكما أسلفنا أن توليد الموجة الانفجارية يعتمد على الصدمة الأولية، حساسية المادة المتفجرة، سرعة الانفجار الداخلية والخارجية، المسافة بين المادتين، ونوع الوسط. يمكن تفجير مادة متفجرة تبعد عدة أمتار عن مادة متفجرة بواسطة تركيز وتوجيه الموجة الانفجارية عليها. لا يشترط في العدوى أن تكون هناك مادتين مختلفتين ومسافة بينهما، بل يمكن أن تكون من نفس المادة حيث أن الانفجار في المادة الواحدة هو انفجار تدريجي سريع فإذا كان هناك أي شائبة كرطوبة أو عدم انتظام في سلسة التفجير وغيرها من العوامل يمكن لجزء من المادة أن لا ينفجر وبذلك لا تتحقق مسألة العدوى في نفس المادة ويتضح هذا الأثر جلياً في العبوات الكبيرة. تم تجربة تفجير خط من قوالب TNT بطول (120) سم بواسطة صاعق نظامي، خط طولي 12 قالب ووضع قالب منفرد على بعد 15 سم من رأس الخط وعلى نفس المسافة قالب آخر منفرد على جانب الخط فانفجرت جميع القوالب.

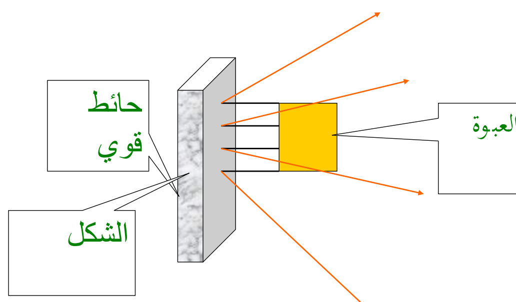




لاحظ اصطفاف بلوكات C4 لأتلاف الذخائر بالعدوى

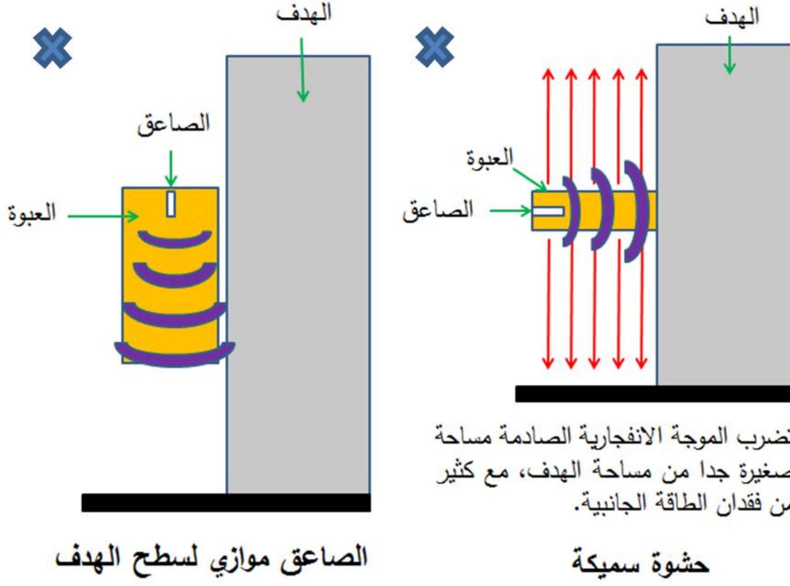
8- الانعكاس:

الانعكاس بمفهومه العام ارتداد جزء من الموجة عن سطح ما بمعنى ضياع جزء من الموجة أي أن النتيجة سلبية، ولكن إذا علمنا كيفية توظيفها فإنها تتحول إلى خاصية إيجابية يستفاد منها في زيادة تأثير الانفجار، كالاستفادة من الانفجار في حيز مغلق وذلك للاستفادة من تضاغط الهواء الموجود، وكذلك الاستفادة من الطاقة المرتدة والمحصورة داخل هذا الحيز بدل أن تتبدد في الهواء. وعند سماع أن زجاج مبنى معين على مسافة معينة قد تحطم فإن ذلك يكون غالباً ناتج عن انعكاس الموجة الانفجارية وتضاغط جزيئات الهواء.



9- لديها قابلية التشكل والتوجيه:

الموجـة الانفجاريـة وكـأي موجـة يمكن لهـا أن تشكل وتوجـه بحسـب شـكل المـادة المتفجرة ومكـان وضـع الصـاعق كعاملين رئيسيين، وبنـاءاً علـى هذين العـاملين يمكننـا الـتحكم بشـكل الموجـة الانفجاريـة الناتجـة وبالتـالي الـتحكم فـي وظيفـة هـذه العبـوة بالاستفادة من هذه الخاصية والخواص السابقة.





الصاعق متعامد على سطح الهدف

الفصل الخامس

العوامل المؤثرة على قوة الموجة الانفجارية

العوامل المؤثرة على قوة الموجة الانفجارية

تأثير الموجة الإنفجاريه على المحيط:

إن التأثيرات التي يعانيها المحيط عندما تعمل فيه المتفجرات هي الصعق والتفتيت والقذف. وهي نتيجة تأثير ضغط الغازات وضغط الصدمة التي تتولد عن الموجة الانفجارية. فالغازات الناتجة عن الانفجار تتمدد بسرعة كبيرة بتأثير الحرارة العالية المرافقة لها، ونظراً للوقت القصير الذي يتم فيه التمدد فإن الغازات تندفع في جميع الإتجاهات – حسب شكل العبوة – بضغط كبير مسببة صدمة قوية مفاجأة لذرات الوسط المجاور. نتيجة عدم قابلية الماء للإنضغاط يكون التأثير التدميري كبير جداً بالمقارنة مع الانفجار في الهواء، ويقدر الضغط في مركز الانفجار تحت الماء بعشرة أضعاف الضغط في الهواء.

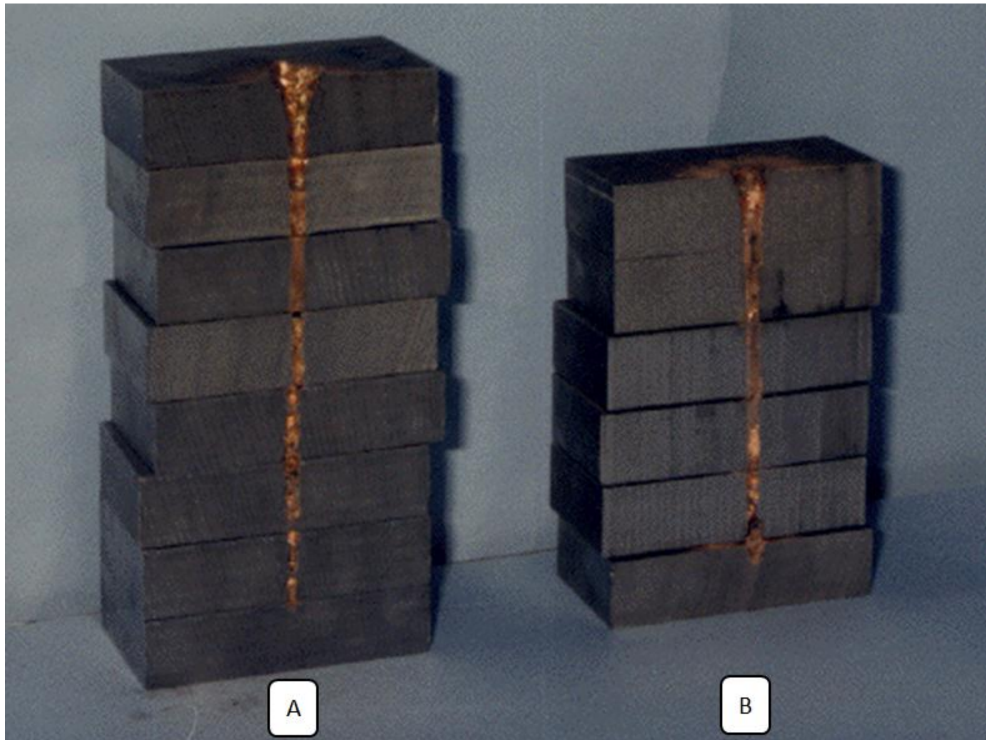
العوامل المؤثرة في قوة الموجة الانفجارية وسبل توظيفها في العبوات:

عندما نطلق كلمة العبوة فإننا نقصد كل مكوناتها وجميعها لها تأثير مباشر سلباً أو إيجاباً على قوة الموجة الإنفجارية بنسب مختلفة والتي تشمل:-

1. نوع المادة المتفجرة.
2. الصاعق ونوعه والمواد المستخدمة فيه ومكان وجوده في العبوة.
3. نوع الحشوة المساعدة أو المنشطة وشكلها وكميتها.
4. نوع البطانة وحالتها وسمكها وتشكيلها وزاوية تشكلها وقطرها ومسافة المباعدة لها.
5. نوع الشظايا وحجمها وشكلها وكم طبقة منها.
6. تشكيل المادة المتفجرة.
7. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله).
8. توجيه العبوة.
9. تثبيت العبوة وبعدها عن الهدف.
10. تمويه العبوة والمواد المستخدمة فيه.
11. المواد المساعدة.
12. آلية التفجير.
13. دوران الرأس الحربية.

1. نوع المادة المتفجرة:

حيث أن حجم الغازات ودرجة حرارتها وسرعتها التي تنتج عن انفجارها تتفاوت من مادة لأخرى. فباختلاف هذه العوامل تختلف وظيفة المادة المتفجرة. وذلك حسب الهدف المراد تحقيقه، فمثلاً لتحقيق هدف التدمير (هدم، حفر، تخريب منشآت...الخ) يفضل استخدام مادة TNT أو عبوات النترات المحصورة، ولتحقيق هدف قطع أو زيادة سرعة الشظايا أو زيادة الاختراق في الحشوات الموجهة نستخدم مادة C4 أو المواد المتفجرة العسكرية ذات السرعة الانفجارية العالية، علماً بأنه يمكن استخدام كلا المادتين لتحقيق كلا الهدفين ولكن مع اختلاف التأثير النسبي لهما، وكلما زاد حجم ووزن المادة المتفجرة كلما زاد تأثيرها والعكس صحيح، والمتفجرات النقية أكبر تأثيراً للموجة الانفجارية من المتفجرات التي تحتوي على نسبة شوائب، وكلما زادت سماكة المادة المتفجرة زاد طول الموجه الانفجارية وتأثيرها من حيث قوة التدمير ومساحته.



(A): اختراق7 قطع حديد (سمك 2.5 سم) من عبوة موجهة فيها 30 جرام من مادة **CL-20**.

(B): اختراق 5 قطع حديد (سمك 2.5 سم) من عبوة موجهة فيها 30 جرام من خليط **PBXN-5**.

ولكي تزداد قوة المادة المتفجرة وبالتالي قوة الموجة الانفجارية فإنه يجب أن يتحقق فيها المواصفات التالية: متجانسة، متماسكة، مضغوطة، مجمعة، نقية، صالحة ومرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير.

متجانسة:

أي متماثلة فإذا كانت العبوة مكونة من نوع واحد من المتفجرات فيجب أن تكون من نفس الشكل (الحجم)، وإذا كان عندنا أكثر من شكل لـTNT مثلاً بودرة وصلب فلا نخلطهما مع بعضها ولكن نجعل البودرة أولاً ثم الصلب بحسب سلسلة التفجير.



انحراف في اتجاه النفث بسبب وجود أكثر من نوع في الحشوة بطريقة غير متجانسة

متماسكة:

متقاربة من بعضها بحيث لا يوجد بينها فراغات فعند استخدام قوالب TNT مثلاً يجب رصّها بجانب بعضها جيداً، وفي حالة استخدام الفتائل الانفجارية مثل الكورتكس معها فيجب أن تكون ملاصقة جداً للمادة ومتراصة فيما بينها، وبأكثر من لفة على المادة المتفجرة.



مضغوطة:

تظهر هذه الخاصية بالمواد العجينية مثل الـ C4 وفي المواد الصلبة مثل TNT، فكلما عرضت المادة المتفجرة للضغط باليد أو المكبس اليدوي يقل حجمها ويزداد تأثير المادة، لكن هناك معايير لاستخدام المكبس الآلي لا يجب تجاوزها وإلا ستنفجر المادة أو تصبح خاملة جداً. وأهم معيار في ضغط المادة المتفجرة هو عدم تجاوز الكثافة المطلقة للمادة حسب نوعها وكذلك عدم الضغط من خلال الصدمة.



بلوك C4 مضغوط



بلوك C4 غير مضغوط

مجمعة:

أي أن المادة تتجمع حول بؤرة واحدة (نقطة مركز) لتشكل شكل كروي أو مكعب أو أسطواني، والشكل الأسطواني يعتبر من أفضل الأشكال بالنسبة لطبيعة أهدافنا. مع ضرورة مراعاة نوع وطبيعة المحيط والهدف المراد تحقيقه عند اختيار شكل العبوة.

نقية وصالحة:

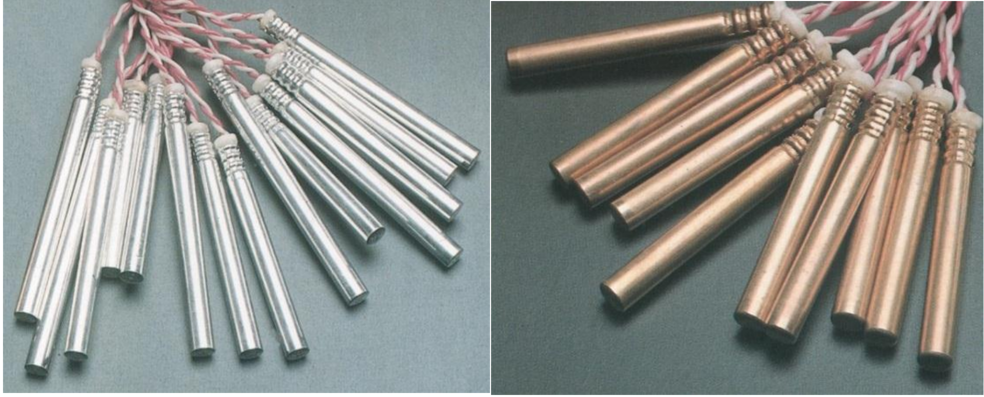
كلما زادت درجة نقاوة المادة كلما زاد تأثيرها، وكلما كانت بعيدة عن تأثير الرطوبة كان تأثيرها أقوى، ونعني بالنقاوة عدم وجود شوائب أي كل ما يؤثر على المادة سلباً. ونعني بصلاحية المادة أي قابليتها للإستجابة للمحرض الخارجي وقدرتها على نقل الموجة إلى بقية أجزاء المادة.

مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير:

لضمان انفجار تام وكامل للمادة يجب أن تترتب المواد المختلفة والمستخدمة في العبوة الواحدة بحسب درجة الحساسية ابتداء ثم السرعة والقدرة والنقاوة لأنه إذا حدث خلل في هذا الترتيب فهناك احتمال كبير أن أجزاء من العبوة لن تنفجر أو يقل تأثير العبوة وخصوصا في العبوات الكبيرة.

2. الصاعق ونوعه والمواد المستخدمة فيه وكميتها ومكان وجوده في العبوة:

دائماً يفضل استخدام الصواعق العسكرية على الصواعق التجارية لضمان عملية الانفجار وقوته، فكلما زادت قوة الصاعق كلما زاد من قوة الموجة الانفجارية. وتزداد قوة الصاعق بنوعية المواد المستخدمة فيه وترتيبها وضغطها وكذلك قطر الصاعق ونوع الغلاف. فمثلاً إذا توفر لدينا فلمنات الزئبق و RDX فإنه يفضل وضعه في أنبوب رقيق من النحاس بقطر (6–10) ملم ووضع RDX أولاً على وجبتين الأولى نضغطها جيداً ثم الثانية ومن ثم نضع مادة فلمنات الزئبق. إذا لم يتوفر لدينا RDX فإننا نستعيض مكانه بمادة TNT بعد طحنها والتعامل معها بنفس ما تعاملنا مع RDX، وإذا لم يكن لدينا إلا مادة فلمنات الزئبق فإننا نلجأ إلى مضاعفة كمية الفلمنات ونضغطها بشكل هادئ دون عمل أي احتكاك ونضع حول الصاعق وعلى طول امتداد العبوة مادة مطحونة ناعمة من نفس المادة الرئيسية المستخدمة للتفجير وهكذا مع ضرورة مراعاة حجم المادة المتفجرة ونوعها.



يشترط في تثبيت الصاعق للحصول على تفجير كامل ودقة في التوجيه التالي:

1- أن يثبت في منتصف الثلث الأول للمادة المتفجرة تقريباً أو أقل بقليل.

2- أن يكون متعامد على منتصف مركز المادة المتفجرة.

3- أن يكون متعامد على منتصف المنطقة القاتلة للهدف.

4- أن يكون محاطاً بالمادة المتفجرة وملامس لها من كل الجهات.

5- أن يكون مثبت جيداً في المادة المتفجرة، كي لا يسهل خروجه أثناء الإعداد أو النقل أو الزرع أو يتغير اتجاهه خصوصاً في المتفجرات العجينية.





انحراف في اتجاه النفث بسبب عدم وجود الصاعق في المنتصف

يجب أن يراعى في حال استخدام أكثر من صاعق نظامي للعبوة الواحدة أن تكون:

– الصواعق لحظية أو فورية غير مكتوب على كعب الصاعق شيء أو (0 أو st أو s) وكلها تعني أن الصاعق فوري أما إذا كان الصاعق تأخيري يكون مكتوب عليه رقم (1 أو 2 أو 3 لغاية 20) وكل رقم يعني فترة زمنية تأخيرية معينة تكون أجزاء من الثانية أو بالثواني.

– أن تكون من نفس التوقيت في حال أردنا تفجير العبوة لحظياً وتأخيرياً بنفس الأرقام كلها رقم 4 مثلاً ومن نفس النوع ومن نفس الشركة المصنعة ويفضل من نفس تاريخ المنتج.

– في حال الاضطرار لاستخدام صواعق تأخيرية مختلفة لعبوة واحدة فيجب أن تكون متلاصقة بحيث إذا انفجر صاعق يفجر الآخر، وأن يكون توزيعها مناسباً لشكل العبوة والهدف منها.

3. نوع الحشوة المساعدة أو المنشطة وشكلها وكميتها:

وهي مادة لها قدرة وسرعة عالية وحساسية أكبر من المواد الرئيسية تستخدم في تحريضها وتفجيرها. مثال نستخدم مادة C4 العجينية كحشوة مساعدة لمادة TNT كذلك نستخدم TNT كحشوة مساعدة للمواد المدنية وهكذا، ولكن عند وضع الحشوة المساعدة يجب أن تكون في داخل المادة المراد تفجيرها وملامسة للمادة وتأخذ شكل المادة الرئيسية ما أمكن، علماً أنه كلما زادت سرعة وقدرة الحشوة المساعدة كلما زاد

من قوة الموجة الانفجارية للمادة الأساسية وعادة تكون نسبتها للمادة الرئيسية (من 2 إلى 5%) وذلك على حسب حساسية المادة المتفجرة الموجودة داخل العبوة فمثلاً عند استخدام TNTصب نستخدم 5% بوستر وعند استخدام TNT بودرة مطحونة مضغوطة نستخدم 2% بوستر.





بوسترات عسكرية تستخدم في الذخائر

4. نوع البطانة وحالتها وشكلها وسمكها وزاويتها وقطرها ومسافة المباعدة لها:

وهي المادة المستخدمة في تشكيل العبوة ويكون موضعها في مقدمة العبوة باتجاه الهدف وملامسة للمادة المتفجرة، وكلما كانت هذه البطانة مناسبة ومنسجمة مع قواعدها في العبوة كان لها التأثير الإيجابي على قوة الموجة الانفجارية. ووظيفتها أنها

تتحول إلى معدن مصهور على هيئة نفث Jet في عبوات الخرق مما يزيد من كثافة الغاز الناتج وبالتالي يزداد تأثيرها على الهدف. وإلى كتلة ضاربة Slug في العبوات الصحنية أو العدسية.

وهناك عدة عوامل تؤثر في البطانة:

نوع البطانة وحالتها:

هناك العديد من المعادن تستخدم كبطانة للحشوات الموجهة وقد تصنع من الزجاج أو العديد من المعادن لكن أكثرها استخداماً هو النحاس. الأسلحة المضادة للدروع الحديثة تستخدم الموليبدينيوم والسبائك عالية الكثافة. يوجد العديد من المعادن أيضاً تستخدم في البطانة مثل الالمونيوم، والحديد، والفضة. اختيار البطانة يعتمد على طبيعة الهدف فنلاحظ أن اختيار الألمونيوم مناسب لأهداف الباطون. إذا كان الهدف من الانفجار أعمق اختراق فنستخدم معدن نقي ولا نختار سبيكة لأن النفث يمكن أن يتكسر في حالة السبائك ويبقى متماسك في المعادن النقية لأن المعدن النقي أكثر ليونة من السبائك.



وتنطبق أفضل مواصفات على البطانة التي لها كثافة عالية ودرجة انصهار متوسطة تتراوح بين 1000 – 2500 درجة مئوية، وذلك لأن الحرارة العالية والضغط الشديد المنطلقين بفعل الانفجار تصهر البطانة وتحول حركتها كحركة الموائع متجمعة

في مركز العبوة ومنطلقة نحو الهدف على شكل نفث له رأس ووسط وذيل وسرعة هذا النفث المنطلق تعتمد على مدى تشكل النفث ودرجة انصهاره وكثافته.

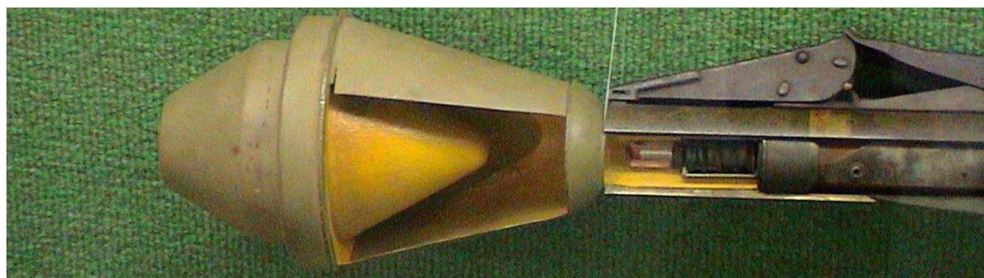
شكل البطانة:

معلوماً أن العبوة تتشكل بشكل البطانة المستخدمة، ويوجد عدة أشكال للبطانة المستخدمة في العبوات الموجهة والقذائف المضادة للدروع على حسب الهدف المراد من الانفجار، ومن أشهر أشكال هذه البطانة:

- الشكل المخروطي.
- الشكل الصحني أو المقعر.
- شكل الضلع المنحرف.
- شكل المخروطين.
- شكل النصف كروي.
- شكل البوق.
- شكل حرف V-Shaped.











البطانة مخروطية الشكل واستخدامها في العبوات والصواريخ

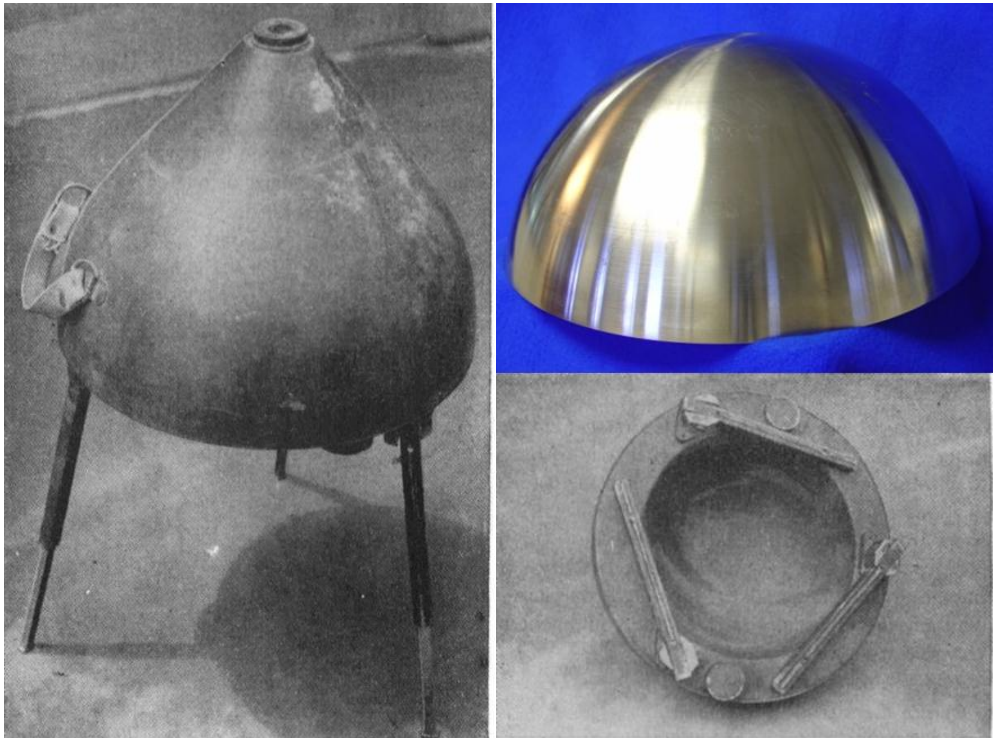




البطانة صحنية الشكل واستخدامها في العبوات



بطانة شكل الضلع المنحرف



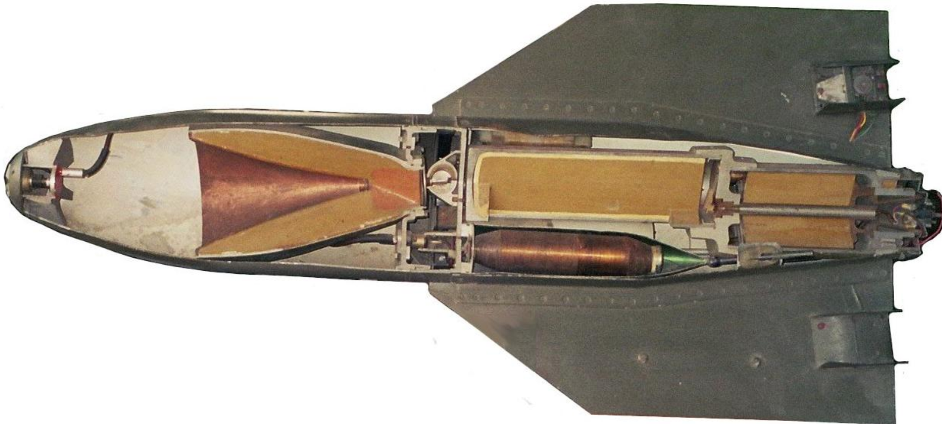
بطانة شكل النصف كروي



بطانة شكل المخروطين



قطاع طولي في بطانة شكل البوق



بطانة شكل البوق في صاروخ ENTAC المضاد للدروع



بطانة شكل البوق في صاروخ مافريك Maverick الجو أرض



بطانة شكل البوق في القنيبلات الموجودة في القنابل العنقودية

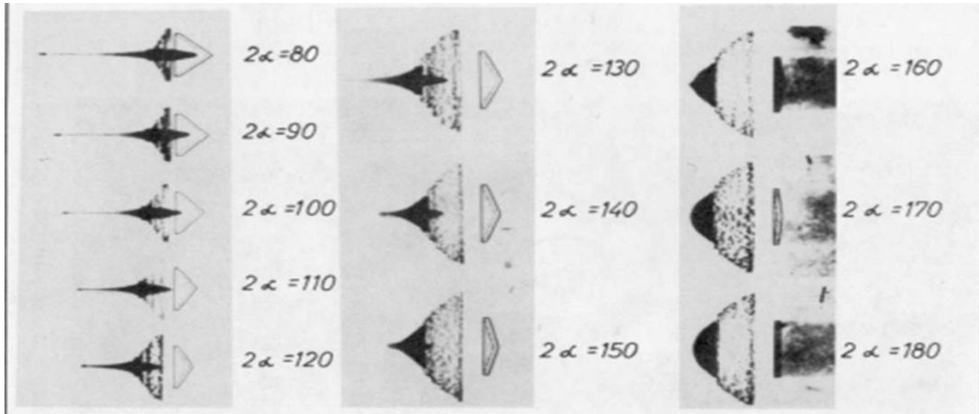


بطانة شكل حرف الفي V-Shaped

بطانة شكل حرف الفي V-Shaped تستخدم في عبوات قص المعادن الطولية.
كل شكل من الأشكال له نفث مختلف وسرعة مختلفة حسب شكل النفث أو الكتلة.

زاوية التقعير للبطانة:

بشكل عام أنسب زاوية مستخدمة للعبوات المشكلة والموجهة من 120 – 140 درجة أي زوايا منفرجة لضرب الأهداف الغير مصفحة تصفيحا عالياً. وللخرق من 40 – 90 درجة، والعلاقة بين زاوية البطانة وعمق الاختراق هي علاقة عكسية والعلاقة بين زاوية البطانة وقطر الاختراق هي علاقة طردية في العبوات ذات القمع النحاسي فكلما زادت زاوية البطانة كلما قل عمق الاختراق وزاد قطرها وكلما قلت زاوية البطانة كلما زاد العمق وقل قطر الاختراق.



الشكل يوضح علاقة طول وقطر النفث مع زاوية البطانة من 80 – 180 درجة

يمكن التحكم بمخرجات الشحنة الجوفاء حسب زاوية البطانة المستخدمة، فإذا كانت الزاوية من 40 إلى 120 درجة، فإننا سنحصل على نفث Jet من البطانة المعدنية أما إذا كانت الزاوية من 120 إلى 180 درجة فإننا سنحصل على كتلة معدنية Slug، إذا كانت المادة المتفجرة المستخدمة سرعتها 10000 م/ث فإن سرعة النفث ستكون 10000 م/ث، في حين الكتلة المعدنية لا تتجاوز سرعتها 3000 م/ث، ولكن يعاب على النفث أنه يتأثر كثيراً بعامل المدى أو ما يطلق عليه "مسافة المباعدة Stand Off" والتي يجب أن لا تتجاوز 2 – 6 أضعاف قطر البطانة، في حين الكتلة المعدنية ممكن أن تكون فعالة لمسافة 100 ضعف قطر البطانة، لكن أفضل مسافة مباعدة من 3 – 11 ضعف قطر العبوة الصحنية. اذا كانت سرعة بداية النفث 8500 م/ث فان سرعة ذيله تكون 1500 م/ث. توجد علاقة بين قطر الاختراق

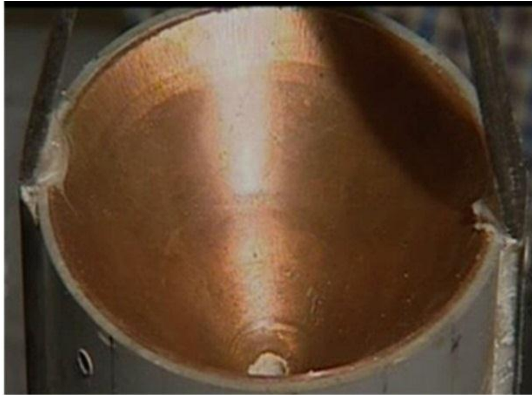
وعمق الاختراق، كذلك حسب المعدن الذي يحدث فيه الاختراق، ففي المعادن المتوسطة الصلابة نجد أن قطر الاختراق يكون كبيراً وكذلك عمق الاختراق يكون كبيراً في الحديد الطري. عبوة الخرق غير فعالة تحت الماء لأن الماء يعمل على تبريد المعدن المنصهر من العبوة وبالتالي لا يتشكل حسب المطلوب وبذلك لا يخترق الحديد الصلب. توجد علاقة بين اختراق حشوة الخرق في الحديد و الباطون و هي واحد في الحديد إلى ثلاثة في الباطون المسلح، فإذا اخترقت الحشوة 10 سم في الحديد فهذا يعني أن الاختراق في الباطون المسلح 30 سم و هكذا.

بناء على نوع وزاوية البطانة تقسم العبوات إلى نوعين رئيسيين:

- الحشوات الجوفاء النفثية Jetting Shaped Charges
- المقذوف المتشكل انفجارياً "**EFP**" **E**xplosive **F**ormed **P**rojectile



شكل العبوة الصحنية



شكل عبوة الخرق

الحشوات الجوفاء النفثية:

في الحشوات الجوفاء النفثية، فإن طول العبوة المتفجرة يتحدد بكمية المتفجرات اللازمة لتوفير طاقة انفجار كافية لعملية انهيار البطانة. وعادة فإن سرعة النفث والطاقة الحركية له وقوة الاختراق تزداد بزيادة طول العبوة المتفجرة إلى حد معين. وعادة فإن طول العبوة يكون 1.5 من طول القطر إذا كان يوجد مخروط خلفي في العبوة وزاوية البطانة حادة 45 درجة تقريباً، أما إذا كانت العبوة تحتوي على بطانة بزاوية منفرجة 120 درجة تقريباً، فإن ارتفاع العبوة يجب ألا يزيد عن قطر العبوة.

القياسات التقريبية للحشوات الجوفاء النفثية:

1- زاوية البطانة المثلى لأغلبية الأغراض هي بحدود 42°.

2- يتم الحصول على أقصى اختراق بمسافة تحفظ بين العبوة والهدف من 2 إلى 6 أضعاف القطر، والأفضل 4 أضعاف القطر.

3- مادة بطانة المخروط التي تمتلك أفضل مجموعة من الخواص هي النحاس الطري، ومع ذلك فإن الفولاذ الطري والألمنيوم يستخدمان بشكل مفيد.

4- سماكة المخروط المثلى هي بحدود (0.03 x قطر البطانة) للنحاس.

5- ضغط الانفجار هو الخاصية الأكثر أهمية والتي تؤثر في أداء الحشوة الجوفاء وتأتي من الكابح الخلفي.

6- بزيادة زاوية المخروط تتناقص سرعة النفث والعكس صحيح إلى حد معين.

7- عبوة الخرق النموذجية يجب أن تخترق على الأقل 4 أضعاف قطر البطانة والمتوسط 7 أضعاف قطر البطانة، مع العلم يوجد عبوات خرق تخترق أكثر من 10 أضعاف قطر البطانة.

8- يكون قطر رأس النفث صغير بالمقارنة مع ذيله ذو القطر الكبير، وهذا ما يفسر اختلاف السرعة بين رأس النفث وذيله.



نفث انفجار من زاوية بطانة 45 درجة



نفث انفجار من زاوية بطانة 90 درجة

عمق الاختراق يعتمد على خمس عوامل رئيسية:

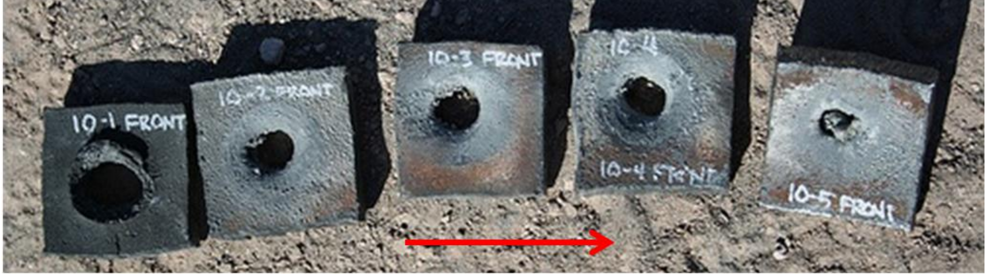
1- طول النفث.

2- كثافة النفث.

3- كثافة المعدن الهدف.

4- صلابة المعدن الهدف.

5- زاوية اتجاه النفث مقابل الهدف.



اتجاه دخول النفث في الحديد

الحشوة الجوفاء متعاقبة النفث:

يوجد نوعين من الحشوات الجوفاء متعددة النفث:

– حشوات جوفاء متعاقبة النفث في نفس المكان، وهي فكرة قذائف التاندوم (ترادفي).



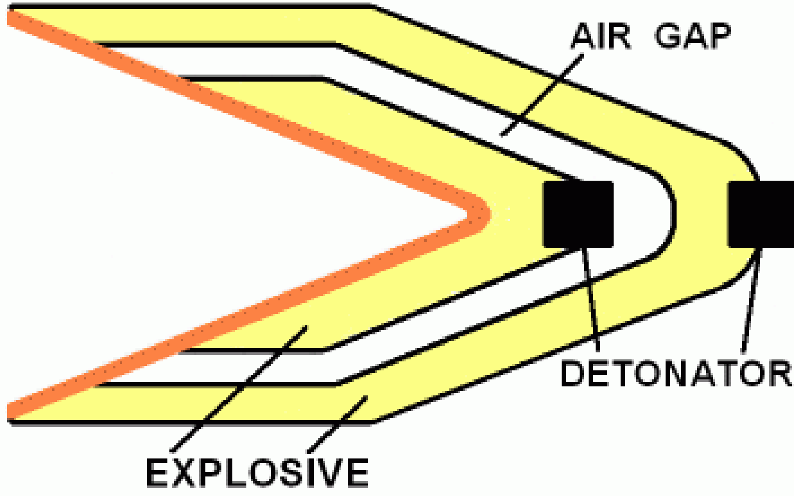
قاذف RPG -7 مع قذيفته الترادفية



قاذف RPG -29 مع قذيفته الترادفية

* حشوات جوفاء متعددة النفث في أماكن مختلفة.

والهدف منها التخفيف على رجل المشاة حتى لا يحمل كمية كبيرة من الذخائر التي تناسب الأهداف المختلفة.



تحتوي العبوة المتفجرة على حشوتين جوفاء متسلسلة يباعد بينها فراغات هوائية مسطحة.

الهدف من تصنيع الحشوات متعاقبة النفث:

– عندما يكون الهدف ضرب درع الدبابة ومن ثم النفث الثاني يدخل الدبابة.

– عندما يكون مطلوب اختراق حديد بسماكة كبيرة ومطلوب صاروخ بقطر قليل.

– عندما يكون مطلوب أكثر من نفث من العبوة، كل نفث له اختراق مختلف عن الآخر.





لاحظ شكل النفث بعد الانفجار

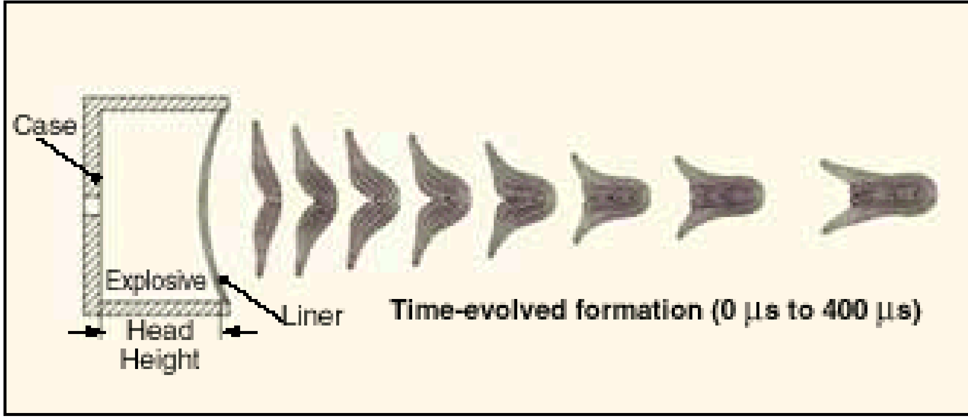
المقذوف المتشكل انفجارياً (العبوات الصحنية) "EFP":

بطانة المقذوف المتشكل انفجارياً EFP تكون على شكل صحن قليل العمق ويكون عمق الصحن غالباً أقل من (0.25 x القطر). بالمقابل فإن البطانة في الحشوة الجوفاء النفثية تكون عادة مخروط أو نصف كرة ويكون عمق تجويف بطانتها أكبر من (0.4 x القطر). الـ EFP مصممة لإنتاج مقذوف غير مطوَّل ينتقل بسرعة في حدود من 1.5 إلى 3 كم/ث، بينما الحشوة الجوفاء النفثية فتنتج نفث مطوَّل ذو سرعة رأس في حدود من 3 إلى 10 كم/ث وسرعة الجزء الخلفي أقل من سرعة الرأس بحيث يكون هناك تدرج في السرعة على طول النفث مما يسبب استطالة النفث.

الضغط المتولد في بطانة عبوة الـ EFP كافياً لتغيير شكل البطانة بالآليات الشائعة المتضمنة الانثناء والطي والانعكاس. أما الضغط المتولد في بطانة الحشوة الجوفاء النفثية فيسبب تغيير شكل البطانة وفقاً لنظام حركة الموائع وتنهار البطانة على محور التماثل للحشوة كما لو كانت مائعاً وهذه الظاهرة هي التي ينتج عنها تشكل النفث المطوَّل.

بطانات الـ EFP تكون عادة أكثر سمكاً من بطانات الحشوة الجوفاء النفثية من نفس القطر. لأن الـ EFP ليس المقصود منها إنتاج نفث سريع جداً، فإنها تحتاج كمية متفجرات أقل. لذلك فإن الحشوات الجوفاء النفثية من نفس القطر تكون أكثر طولاً من الـ EFP لنفس القطر.

بعد مسافة معينة، فإن نفث الحشوات الجوفاء النفثية يتكسر إلى جسيمات تخرج عن نطاق التوجيه وتفقد فاعليتها بشكل كبير على هذه المسافة. بالمقابل فإن الـ EFP تتحول بطانتها عند الانفجار إلى جسم معدني مدمج يبقى بشكل عام محتفظاً بكتلته كاملة ولذلك يكون قادراً على اختراق الدرع عند مدى طويل ويمكنه بسهولة النفاذ خلال دروع العربات خفيفة إلى متوسطة التدريع. تقريباً الـ EFP تخترق في الحديد مسافة طول قطر الحشوة المولدة لها. بينما الحشوات الجوفاء النفثية سوف تخترق سبعة أضعاف القطر كمتوسط.



الشكل يوضح شكل انطلاق المقذوف من عبوات EFP



عبوة صحنية EFP



صورة توضح شكل المقذوف من عبوات EFP



صورة توضح شكل مكان ضرب المقذوف EFP في الحديد



صورة توضح كيفية تشكل المقذوف EFP بعد الانفجار

سماكة البطانة:

كلما زادت سماكة البطانة عن الحد المناسب كلما ضعف تأثير العبوة لأن جزء كبير من الموجة سيوجه لتقطيع البطانة. وكذلك كلما نقصت سماكة البطانة عن الحد المطلوب تضعف الموجة الانفجارية لذلك من الأنسب أن يكون النسبة واحد لواحد في الوزن بين وزن البطانة ووزن المادة المتفجرة متوسطة القوة في عبوات الخرق أما إذا كانت المادة المتفجرة المستخدمة عالية السرعة (تقريباً 9000 أو 10000م/ث) فتكون النسبة واحد ونصف للبطانة لواحد مادة متفجرة عالية السرعة. أما في العبوات الصحنية أو العدسية فتكون سماكة البطانة متناسبة مع القطر فمثلاً إذا كان قطر العبوة الصحنية أو العدسية 15 سم فلا يجب أن تزيد سماكة البطانة عن (0.5-1) على أن يكون وزن المادة المتفجرة ثلاث أضعاف وزن الصحن تقريباً.

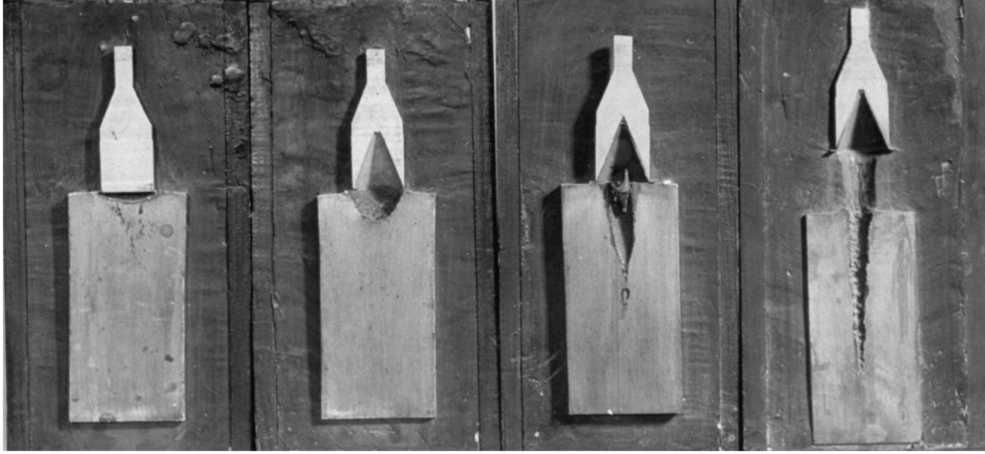
قطر البطانة:

توجد علاقة طردية بين قطر البطانة وعمق الاختراق، فكلما ازداد قطر البطانة ازداد عمق الاختراق والعكس صحيح.

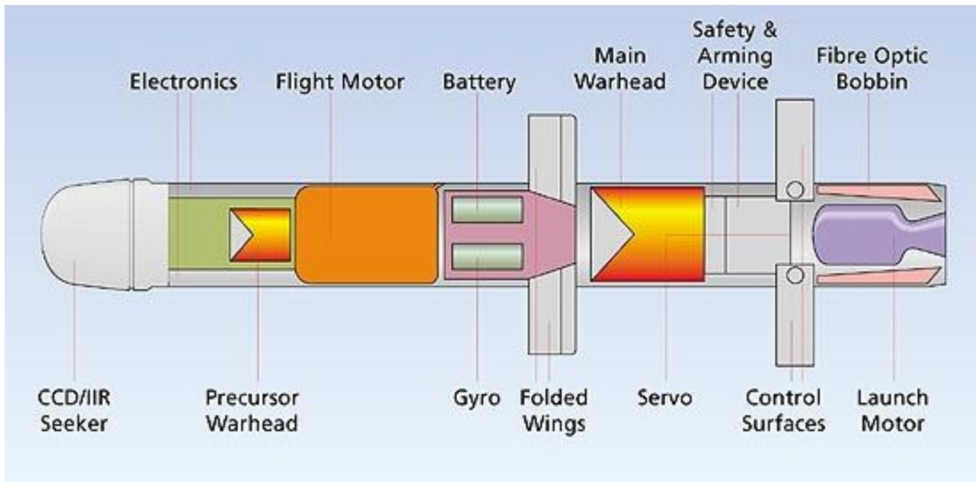
مسافة المباعدة Stand Off:

لكي تعطي الحشوة الجوفاء فعاليتها القصوى، يجب أن تكون هناك مسافة مناسبة تباعد قاعدة البطانة عن سطح الهدف. ذلك لأن جزيئات عمود النفث هي العامل الفعال في عملية الاختراق، ولكي يعطى عمود النفث الوقت الكافي ليتكون ويمتد فلا بد من وجود المسافة المباعدة المذكورة. وما ينطبق على نقصان المسافة المباعدة المناسبة – من حيث ارتباطها بنقصان المسافة المباعدة المناسبة – ينطبق أيضاً على زيادة هذه المسافة. فإن زيادتها عن الحد المطلوب تؤدي أيضاً إلى نقصان الاختراق، لأن عمود النفث سوف يخترق طبقة إضافية من الهواء، وهذا الاختراق سوف يكون على حساب سمك مماثل من معدن الهدف المراد اختراقه وبالتالي يقل الاختراق. وليست المسافة المباعدة المثالية ثابتة، وإنما تختلف باختلاف المعدن الذي يستخدم في صنع البطانة، فلكل معدن مسافة مباعدة مثالية خاصة به. ومن الممكن زيادة المسافة

المباعدة إلى حد كبير وذلك باختيار شكل مناسب لتجويف الحشوة المشكلة واستخدام بطانة معدنية ملائمة. وأهمية ذلك هو الوصول إلى تركيز بؤري كبير وتمكين عمود النفث من الاستطالة مع الاحتفاظ بفعاليته إلى مسافات كبيرة. مسافة المباعدة تختلف في العبوات حسب نوع وزاوية البطانة المستخدمة في العبوة، فعندما تكون زاوية البطانة تقريبا 45 درجة تكون مسافة المباعدة من 2 – 6 أضعاف قطر الحشوة، والأفضل 4 أضعاف القطر. لكن عندما تكون الزاوية منفرجة 140 درجة تكون مسافة المباعدة من 3 – 11 ضعف قطر الحشوة، والأفضل 6 أضعاف القطر.



لاحظ أهمية زاوية البطانة ومسافة المباعدة في الصورة



صاروخ مضاد للدروع موجه ذو رأس ترادفي (لاحظ مسافة المباعدة في الراسيين)

5. نوع الشظايا وحجمها وشكلها وكم طبقة منها:

يفضل استخدام الشظايا من الحديد والأفضل من التنجستون أما فيما يخص حجمها فذلك يرجع إلى حجم العبوة وبعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة ونوع الهدف نفسه، فإذا زاد حجم العبوة نكبر حجم الشظية والعكس صحيح، كذلك كلما بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة نزيد في حجم الشظية حتى تحافظ على مسارها أثناء انطلاقها باتجاه الهدف، وإذا كان الهدف مصفح يجب أن يكون قطر الشظية لا يقل عن واحد سم، طبعاً المقصود بمصفح ضد إطلاق النار. أما فيما يخص شكل الشظية فذلك يرجع إلى بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة فإذا كان الهدف أفراد وقريبين من العبوة يفضل استخدام الشظايا الحادة بغض النظر عن شكلها أما إذا كان الهدف بعيد عن مكان تثبيت العبوة فبهذه الحالة نستخدم الشظايا الكروية لأنها تحافظ على مسارها المستقيم باتجاه الهدف على عكس الشظايا الحادة التي لا تستقيم في الهواء على المسافات البعيدة. إذا زادت سماكة طبقة الشظايا عن ثلث سماكة المادة المتفجرة فإنه يضعف الموجة الانفجارية وقد يشتتها، وكذلك لا يفضل استخدام أكثر من طبقتين للمسافات البعيدة للحفاظ على قوة وانتظام الموجة الانفجارية. أنسب ما يستخدم في الشظايا الكرات المعدنية سماكة 3 – 6 ملم للأهداف البشرية مشاه و8 – 16 ملم للأهداف المدرعة الخفيفة حسب كمية المادة المتفجرة وحسب سماكة جسم الآلية فكلما زاد فإننا نزيد من قطر الشظية.



بعض أشكال الشظايا



شظايا مسمارية



شظايا اسطوانية



شظايا كروية



الشظايا المسمارية التي يستخدمها العدو الصهيوني في ذخائره





لاحظ اصطفاف الشظايا الكروية في العبوة والقنيبلة

ولكي تؤدي الشظايا أكبر تأثير فيجب أن تكون:

- كروية منتظمة ومرتبة في صفوف متراصة ومسممة.
- لا يزيد بأي حال من الأحوال سماكة طبقة الشظايا عن ثلث سماكة المادة المتفجرة، ويفضل أن تكون سماكة المادة المتفجرة 6 أضعاف سماكة طبقة الشظايا.
- متماسكة فيما بينها بمادة لاصقة تحافظ على انتظامها ولا يكون بينها فراغات.
- لا تزيد عدد طبقات الشظايا عن طبقتين.
- إذا تعذر وجود الكرات المعدنية فيمكن استخدام المسامير والبراغي سماكة 8 – 10 ملم مقطعة إلى صغيرة طول كل منها 1 سم منظمة ويراعى فيها شروط أعلاه.
- كلما زاد وزن الشظية كلما زاد تأثيرها ومداها، بما يتناسب مع حجم المادة المتفجرة.



شكل تثبيت الشظايا في العبوة

يعتمد اختراق الشظايا في الأهداف على الأمور التالية:

1- سرعة الشظية:

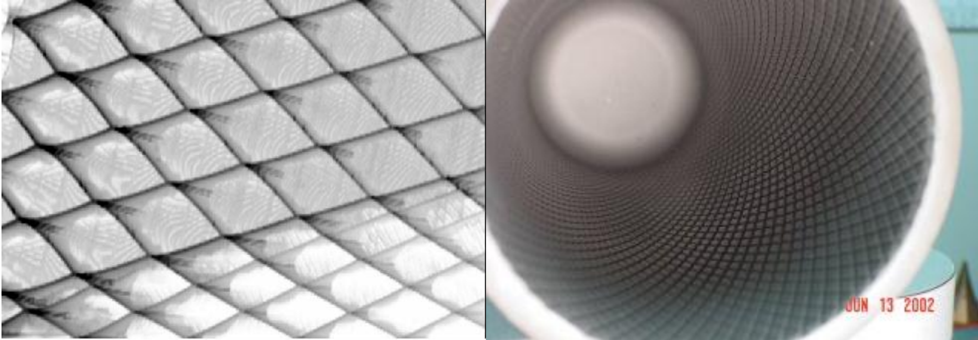
العامل الأساسي الذي يتحكم بسرعة الشظية هو نسبة وزن المواد المتفجرة لوزن الشظايا. كلما زادت هذه النسبة تزيد سرعة الشظية إلى حد معين. هناك عامل آخر يؤثر على سرعة الشظية وهو شكل العبوة، فالعبوات الأسطوانية تعطي الشظايا سرعة أكبر من العبوات التلفزيونية مثلاً. كذلك فإن الحصر الخلفي أو الجانبي يؤدي إلى زيادة في سرعات الشظايا. سرعة الشظية هي أحد العوامل الأساسية (إضافة إلى وزن الشظية) في تأثيرها بالأهداف.

2- وزن وشكل الشظية:

كلما كانت الشظية أكبر (مع وجود نفس السرعة) كان تأثيرها في تدمير واختراق الأهداف أكبر، وكلما كان وزن الشظية أكبر يقل تأثر سرعتها خلال سريانها في الهواء. قدرة الشظية على الاختراق تعتمد أيضاً على شكلها، فالشظايا ذات الأطراف الحادة تستطيع إلحاق أذى أكبر في الهدف، ولكن هكذا شظايا تنخفض سرعتها بشكل أكبر خلال سريانها في الهواء (وبالتالي تقل فعاليتها بشكل كبير). وكنتيجة عامة فإن الشظايا ذات الأطراف الحادة والسطوح الملساء (المكعبات) مناسبة للأهداف القريبة، أما الشظايا المحدبة (الكروية) فهي مناسبة للأهداف البعيدة.

3- نوعية المعدن المشظي:

عندما يكون المعدن المشظى قاسي جداً تتكسر الشظايا جراء الإنفجار وتتحول إلى قطع صغيرة أو تتحطم عند اصطدامها بالهدف، وعندما يكون المعدن المشظى لين يتغير شكله وبالتالي تزداد مقاومة الهواء له، ولذلك يقل تأثيره بالأهداف خصوصاً القاسية. كذلك الشظايا ذات الكثافة العالية لها تأثير اختراقي أفضل بكثير من الشظايا ذات المعادن التي كثافتها منخفضة.





6. تشكيل المادة المتفجرة:

حتى يكون الاستفادة من الموجة الانفجارية أكبر ما يكون، فلا بد أن تكون العبوة مشكلة. ونقصد بتشكيل العبوة هو التحكم في شكل المادة المتفجرة بما يناسب شكل وطبيعة الهدف. يعتمد تحديد شكل العبوة على اختيار نوعية الهدف بشكل رئيسي وما سيترتب على اختيار العبوة من حيث نوعها وحجمها وآلية النقل والتفجير. ولدراسة الأهداف لا بد من الانتباه إلى حيثيات الهدف للوصول إلى التأثير الأكبر للموجة الانفجارية. مثال:

الهدف: أفراد (عدد الأفراد، بعد الأفراد عن العبوة، يرتدي واقي، بدون واقي، مكتظين، منتشرين، كيفية انتشارهم، مكان مغلق أو مفتوح، يوجد موانع أو بدون موانع ... الخ).

الهدف: آليات (حجمها، نوعها، تدريعها، بعدها عن العبوة، وجود عوائق أو لا .الخ).

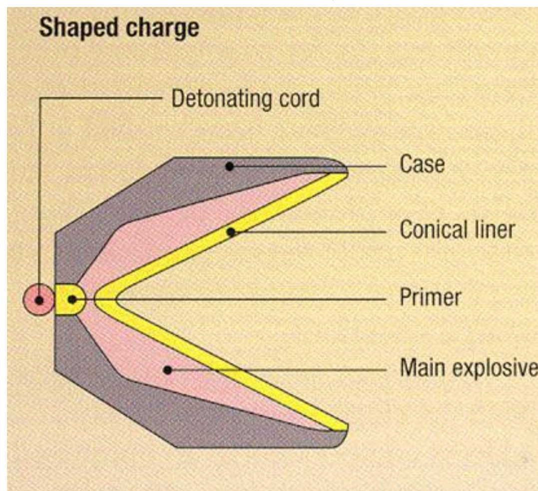
الهدف: منشآت (حجم، شكل، نوع التحصين، حديد، خشب، باطون مسلح أو غير مسلح، بناء، عدد الطوابق ... الخ).

آلية النقل والتفجير (حزام ناسف، حقيبة، سيارة، قارب، طائرة، قذيفة، صاروخ، عبوة ومزروعة بأي شكل بالقرب من الهدف أو داخله أو بعيدة عنه ... الخ).

7. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله):

ونقصد بالكابح، الوعاء الذي يحوي المادة المتفجرة. ويجب أن يراعى فيه أن يكون ذا سماكة مناسبة من المعدن، علماً أنه يمكن أن يكون من أي مادة أخرى، كما يجب أن يقاوم كل الظروف المتوقع أن تتعرض لها العبوة. وكذلك أن تكون جهة انتشار الموجة رقيقة بحيث تسمح في انتظام شكل خروج الموجة الانفجارية. نختار شكل الحصر المناسب بحسب نوع المادة المتفجرة سواء كان هذا الحصر جانبي أو خلفي ليعمل على تفجير كامل المادة وزيادة سرعتها لاسيما في المتفجرات الضعيفة مثل خلائط النترات، ولتوجيه الموجة باتجاه معين نلجأ إلى زيادة سماكة الوعاء من المناطق التي لا نريد أن تخرج منها الموجة من 0.5 سم إلى 2 سم تقريباً، لأن الانفجار يتجه دائماً نحو النقطة الأضعف. تؤثر سماكة الغلاف الخارجي على قدرة

المـواد المتفجـرة فتـزداد قدرتها مـع ازديـاد سـماكة الغـلاف الخـارجي حتـى حـد معـين (حوالي 10% من قطر العبوة إذا كان الغلاف من الفولاذ).





لاحظ سماكة الوعاء من الجهة الجانبية والخلفية للعبوة

8. توجيه العبوات (توجيه الموجة الانفجارية):

توجيـه العبـوة: هو تسديد انتشـار الموجـة الانفجاريـة ومـا تحملـه من شظايا أو بطانـة باتجاه المنطقة القاتلة للهدف. من خلال تعامد العبوة على الهدف.

فالأمور التي تساعد على التوجيه:

1. رفع العبوة عن سطح الأرض بمقدار ارتفاع المنطقة القاتلة للهدف فعلى سبيل المثال إذا كان الهدف راجل فإننا نحاول أن نجد مكان مرتفع بمقدار 1.3 متر تقريباً، من خلال سيارة مفخخة أو في سلال القمامة المعلقة أو جذوع الشجر ... الخ، وكذلك الحال إذا كان الهدف باص مثلاً فنرفع العبوة عن سطح الأرض بمقدار 2.3 متر تقريباً. إن المنطقة القاتلة في الأهداف البشرية تكون من الركبة إلى أعلى الرأس.

2. إحضار ميزان الماء للبنائين وضبط الفقاعتين الأفقية والعامودية على العبوة، على أن يراعى أن يكون جزء من العبوة مستوي لوضع الميزان عليه. أو يمكن أخذ الفقاعتين وتثبيتهما على العبوة بشكل متعامد على بعضهما.

3. الاستفادة من المصباح الليزري وخصوصا في الليل، مع الانتباه إلى مكان سقوط الضوء الأحمر لحظة التوجيه فيكشف المكان لا سمح الله، وتكمن الاستفادة من

المصباح عن طريق وضعه على كافة جوانب العبوة وجعل ضوء الليزر يمر عبر سطح العبوة، مع ضرورة أن تلاحظ جزء من الضوء على جسم العبوة وامتداد الجزء الآخر على منطقة الهدف.

4. المنقلة المدنية المتحركة (تأتي على شكل البوصلة) وهي مفيدة جداً في حساب وتوجيه الزوايا، وهي تشبه في استخدامها ميزان الماء فيجب أن تكون قراءة المؤشر على الصفر، وفي حال الاحتياج إلى إمالة العبوة فيمكن قراءة الزوايا بالدرجات:



5. في حال كون المسافة قريبة وفي المناطق الغير مأهولة يمكن الاستفادة من الخيط أو حبل كما هو الحال في المصباح الليزري.

6. الطرق التقريبية من خلال النظر على العبوة من فوقها مباشرة وكذلك من الخلف ومحاولة التدقيق في الخط الأفقي والعامودي للعبوة والتأكد من عدم وجود ميلان للأسفل أو للأعلى أو لأحد الجوانب.

7. في حال كانت العبوة محمولة فيكفي رفعها إلى أعلى منطقة الصدر، أو إذا كان جالس على طاولة مثل طاولات المطاعم فيكفي أن توضع على الطاولة، ويجب أن يتجنب الجلوس في الزوايا أو الأطراف بل يجب أن يجلس في المنتصف أو في الثلث الأول من القاعة مثلاً ولكل هدف حالته الخاصة التي يجب الانتباه لها، وعلى كل كما أسلفنا في هذه الحالات يفضل أن تكون الكمية كبيرة والمسافة قريبة وأفضل الأشكال الاسطوانية والشظايا حولها كاملاً.

8. من أفضل الأمور التي تساعد في توجيه العبوة بشكل سريع ودقيق هو استخدام ماسورة بطول 20 سم تقريباً وبقطر (0.5 سم) تقريباً، ويعتمد قطر الماسورة على مساحة الهدف وبعد العبوة عن الهدف وعلى أي حال يمكن الاستفادة من أي قطر إذا اتبعنا الشروط التالية:

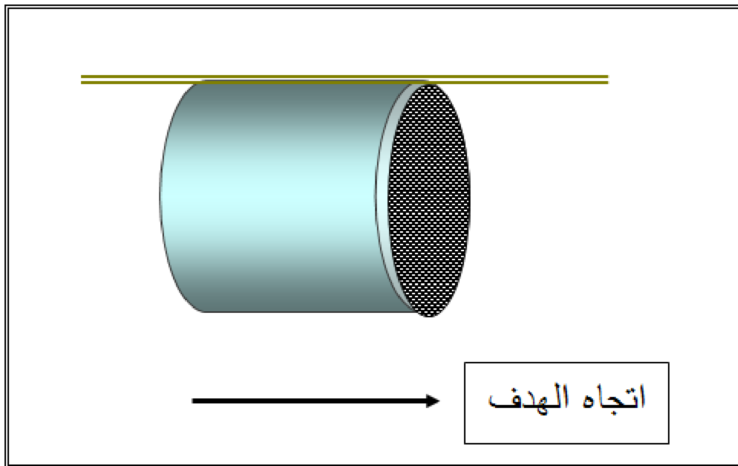
- أن تكون الماسورة مثبتة بشكل مستقيم على العبوة باتجاه الهدف (مثبتة مثلاً على الخط الموجود على العلب حيث أنه مستقيم ومنصف للعبوة).

- إذا لم يكن هذا الخط موجود فنصنع خط يمر بمركز العبوة.

- يجب أن ترى الهدف من خلال الماسورة وإذا كان قطر الماسورة كبير فيجب أن ترى الهدف في منتصف الماسورة (قريب من عملية التسديد للبندقية M16). وإذا كنت تريد أن تسدد على نقطة من الهدف فنصغر قطر الماسورة إلى أن نرى النقطة المحددة التي يراد إصابتها.

- يجب الانتباه أثناء التسديد إلى أن الماسورة والعبوة يتحركان سوية. لذلك يفضل تثبيت الماسورة بأي طريقة على جسم العبوة قبل وضع المواد المتفجرة فيها.

- يجب الانتباه إلى أن الجسم الخارجي للعبوة التي ستثبت عليها الماسورة مستو تماماً.



توجيه العبوة باستخدام ماسورة

9. تثبيت العبوة وبعدها عن الهدف:

كما نعلم أنه يجب تثبيت كامل أجزاء العبوة والعبوة بشكل محكم بشرط أن لا تكون المواد المستخدمة في التثبيت تعمل على تشتيت الموجة الانفجارية ومن أفضل هذه المواد المستخدمة في التثبيت اللواصق والرغوة. يجب أن يثبت الصاعق داخل المادة المتفجرة جيداً وكذلك المادة والصاعق بآلية التفجير وكامل العبوة داخل الوعاء بحيث لا يحدث هناك خلل أثناء الحركة أو النقل، وعلية فان من أنسب المواد لاستخدامها في التثبيت مادة الرغوة FOAM والتي تستخدم في سد الثقوب في المنازل أو السيارات وكذلك السيليكون.



صورة لبعض أشكال الرغوة FOAM

10. تمويه العبوة والمواد المستخدمة فيه:

يجب أن لا تكون المواد المستخدمة في التمويه طبيعية كانت أم صناعية غير معيقة أو مشتتة للموجة الانفجارية وإذا اضطررنا لتغليف كامل العبوة فيجب أن يكون اتجاه انطلاق الموجة رقيق نسبياً. ونقصد به الاندماج مع المحيط. سواء كان هذا المحيط الطبيعة أو ضمن الحياة المدنية. وبمعنى آخر أن الشيء أو المكان الذي نريد أن نزرع العبوة فيه يجب أن يكون هو نفسه بعد إخفاء العبوة فيه من حيث الشكل، الوزن، اللون، الرائحة، ويجب أن لا يكون التمويه كثيفاً ولا خفيفاً، ومراعاة الاستمرار في التمويه حتى انتهاء المهمة، التفنن والإبداع في التمويه.

وسائل التمويه:

وهي المواد التي تستخدم في التمويه وهي نوعان:

- **وسائل ومواد صناعية:** مثل (الألياف الزجاجية – الفيبرجلاس – الجبس، الدهان، الألوان، علب مواد الأغذية والتنظيف، أو أي شيء قد يستخدم في الحياة المدنية ويناسب للعبوة).
- **وسائل طبيعية:** مثل (الأعشاب، ألياف الشجر، غصون الأشجار، الوحل، ...الخ).

ملاحظات يجب مراعاتها في تمويه العبوات:

1- يجب مراعاة وزن العبوة حيث يجب أن تكون منسجمة مع وزن الوعاء الأساسي.

2- يجب مراعاة الحجم بحيث تكون منسجمة مع حجم الوعاء.

3- يجب عدم ترك فراغات حتى لا تبقى العبوة حرة الحركة داخل الوعاء، ويمكن الاستفادة من الإسفنج أو الفلين لتثبيتها جيداً داخل الوعاء.

4- يمكن إبقاء القليل من المادة الأساسية الموجودة داخل الوعاء من الأعلى للتمويه على العبوة في حال التفتيش ومحاولة فتح الوعاء من المكان المخصص.

5- يجب مراعاة مركز الثقل بحيث لا يكون الوعاء ثقيل من جهة والجهة الأخرى خفيف.

6- عدم وجود أي شيء غير طبيعي على الوعاء مثل كبسة زر أو سلك أو لمبة.

11. إضافة مواد لزيادة فاعلية العبوة (المواد المساعدة):

أي إضافة للمواد المساعدة لزيادة قوة الموجة الانفجارية، يجب أن لا تكون ضمن مكونات المادة المتفجرة وإنما خارجها، بعيدا عن اتجاه انطلاق الموجة الرئيسية وإلا سيكون لها الأثر السلبي على الموجة. ومن المواد المساعدة المستخدمة مع العبوات اسطوانات الغاز للحصول على صوت ولهب كبيرين، أو البنزين والسولار للحصول على حرارة ولهب، أو بودرة الألمنيوم للحصول على حرارة عالية، أو بودرة الألمنيوم وبرمنجنات البوتاسيوم للحصول على حرارة عالية ووهج كبير، أو النابالم والغرة لعمل حريق هائل، أو نشا وطحين لعمل دخان... وهكذا.

12. آلية التفجير ونوع التوصيلات:

عندما يكون الهدف متحرك لا يصح استخدام التوقيت لصعوبة الحصول على الدقة المطلوبة. وبشكل عام كلما كانت الآلية مناسبة لطبيعة الهدف يكون التأثير أكبر، فضمان حدوث الانفجار في الهدف أو تفجير أكثر من عبوة في آن واحد أو عمل تفجير متوالي لا شك من أنه يزيد من التأثير على الهدف، بل إن آلية التفجير تجعل لك الخيارات الكثيرة في تحديد أسلوب العمل وتحديد نسبة التأثير.

والمعيار في الحكم على اعتماد الآلية المناسبة للتفجير هو اتصافها بهذين الشرطين:

1. آمنة للمنفذ.
2. فاعلة بمعنى تحقق الهدف المخطط له.

وعند الحديث عن آلية التفجير فإننا نتحدث عن الطريقة التي نريد أن نفجر فيها العبوة مثل: (تفجير مباشر إما سلكي أو استشهادي – توقيت – تحكم عن بعد – شرك ميكانيكي خداعي (فخ بحيث نتيجة قيام الهدف بعمل ما تنفجر العبوة)...الخ). وبغض النظر عن مقدار التقنية المستخدمة فكل بحسب علمه وإمكاناته، لكن حتى نقر استخدام أي آلية تفجير فلا بد أن تكون اجتازت عدة تجارب ناجحة ليس فيها خلل وبنفس المكونات والظروف. ونذكر هنا بضرورة تجربة آلية التفجير في نفس مكان وزمان منطقة الاستخدام.

13. دوران الرأس الحربي:

لدوران المقذوفات – التي تحتوي على حشوات جوفاء – حول نفسها تأثير سلبي على عملية الاختراق، نظراً لأن عمود النفث المتكون يميل إلى الانتشار. ويزداد هذا التأثير تدريجياً بازدياد سرعة الدوران. وما يحدث هو أن قطر الخرق يزيد بينما يقل عمق الاختراق.

الفصل السادس
العبوات

العبوات

تقسم العبوات إلى عدة أنواع حسب نوع الهدف من انفجارها:

* عبوات مضادة للدروع.   * عبوات مضادة للأفراد.

* عبوات برميلية تدميرية.   * عبوات بنجالور.   * عبوات الهدم.

أولاً: العبوات المضادة للدروع

تقسم العبوات المضادة للدروع إلى نوعين رئيسيين حسب زاوية البطانة:

* العبوات الجوفاء النفثية

* العبوات الصحنية أو العدسية (المقذوف المتشكل انفجارياً "EFP")

العبوات الجوفاء النفثية Jetting Shaped Charges:

تعتمد هذه العبوات في اختراقها للدرع على القمع النحاسي الأحمر الموجود فيها والذي تبلغ سرعته عند الإنفجار من 8000 إلى 10000 متر في الثانية، حسب سرعة المادة المتفجرة الرئيسية المستخدمة، متحولاً إلى نافورة نحاس ذائبة. ومن أشهر العبوات النفثية المستخدمة في قطاع غزة:

* شـــواظ 1:

تستخدم كعبوة أرضية بالأصل، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 10 متر للدبابات و ناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 15 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. تتميز عبوة شواظ 1 أن قطر الاختراق كبير وذلك لأن زاوية البطانة كبيرة (120 درجة). نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 20 كيلو جرام، وتحتوي على 3.5 كيلو جرام من الردة R-salt، قطرها 30 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 120 سم. تم صناعتها عام 2004م، وحاليا لا يتم استخدامها إلا اذا استبدلت المادة المتفجرة الردة R-salt، بمادة متفجرة اخرى مثل TNT، لأن العمر الافتراضي للمادة المتفجرة الردة R-salt لا يتجاوز خمس سنوات.



عبوة شواظ 1 على مسافة 10 متر ونرى انطلاق الموجة الانفجارية في اتجاه الهدف

- الاختراق في الحديد:

المسافة بين العبوة و الهدف	**120 سم**	**2.5 متر**	**5 متر**	**10 متر**
الاختراق	40 سم	24 سم	12 سم	6 سم

*** شـــواظ 2:**

تستخدم كعبوة أرضية بالأصل، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 10 متر للدبابات و ناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 15 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. تتميز عبوة شواظ 2 أن قطر الاختراق متوسط وذلك لأن زاوية البطانة كبيرة (90 درجة). نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 12 كيلو جرام، وتحتوي على 2.7 كيلو جرام من الردة R-salt، قطرها 30 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 120 سم. تم صناعتها عام 2005م، وحاليا لا يتم استخدامها إلا إذا استبدلت المادة المتفجرة الردة R-salt، بمادة متفجرة اخرى مثل TNT، لأن العمر الافتراضي للمادة المتفجرة الردة R-salt لا يتجاوز خمس سنوات.



- الاختراق في الحديد:

المسافة بين العبوة و الهدف	120 سم	2.5 متر	5 متر	10 متر
الاختراق	47 سم	25 سم	12 سم	6 سم

شـــواظ 3:

ويوجد منها نموذجين، والفرق بينهما في المادة المتفجرة:

1- شـــواظ A3 أو C3:

لونها أسود، تستخدم كعبوة أرضية بالأصل، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 10 متر للدبابات وناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 20 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. تتميز عبوة شواظ A3 أن قطر الاختراق متوسط وذلك لأن زاوية البطانة كبيرة (90 درجة). نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 20 كيلو جرام، وتحتوي على 7 كيلو جرام من TNT، قطرها 30 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 120 سم.





- الاختراق في الحديد:

المسافة بين العبوة و الهدف	120 سم	2.5 متر	5 متر	10 متر	20 متر
الاختراق	60 سم	30 سم	16 سم	8 سم	4 سم

2- شـــواظ B3:

لونها أخضر، تستخدم كعبوة أرضية بالأصل، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 10 متر للدبابات وناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 20 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. تتميز عبوة شواظ A3 أن قطر الاختراق متوسط وذلك لأن زاوية البطانة كبيرة (90 درجة). نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 20 كيلو جرام، وتحتوي على 7 كيلو جرام من الردة R- Salt، قطرها 30 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 120 سم. تم صناعتها عام 2006م، وحالياً لا يتم استخدامها إلا إذا استبدلت المادة المتفجرة الردة R-salt، بمادة متفجرة أخرى مثل TNT، لأن العمر الافتراضي للمادة المتفجرة الردة R-salt لا يتجاوز خمس سنوات.



- **الاختراق في الحديد:**

المسافة بين العبوة و الهدف	**120 سم**	**2.5 متر**	**5 متر**	**10 متر**	**20 متر**
الاختراق	65 سم	32 سم	16 سم	8 سم	4 سم

شـــواظ 4:

تستخدم كعبوة أرضية، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 15 متر للدبابات وناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 40 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. تتميز عبوة شواظ 4 أن قطر الاختراق كبير (12 سم) وذلك لأن قطر العبوة كبير. نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 52 كيلو جرام، وتحتوي على 17 كيلو جرام من TNT، وقطرها 36 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 140 سم.



- **الاختراق في الحديد:**

المسافة بين العبوة و الهدف	**140 سم**	**2.5 متر**	**5 متر**	**10 متر**	**20 متر**
الاختراق	100 سم	60 سم	30 سم	15 سم	7.5 سم



مكان دخول نفث عبوات شواظ داخل الحديد

شهاب 1:

تستخدم كعبوة أرضية، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 20 متر للدبابات وناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 60 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 35 كيلو جرام، وتحتوي على 17 كيلو جرام من مركب ب، وقطرها 25 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 100سم.



تجربة عبوة شهاب 1 عن بعد 15 متر



لاحظ شكل الموجة الانفجارية في عبوة شهاب 1

- **الاختراق في الحديد:**

المسافة بين العبوة و الهدف	1 متر	3.5 متر	7 متر	15 متر	30 متر
الاختراق	150 سم	75 سم	38 سم	18 سم	9 سم

شهاب 2:

تستخدم كعبوة أرضية، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 20 متر للدبابات وناقلات الجند، وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 70 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. نوع البطانة نحاسي، ووزنها الكلي 50 كيلو جرام، وتحتوي على 30 كيلو جرام من مركب ب، وقطرها 30 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 120 سم.



تجربة عبوة شهاب 2 عن بعد 20 متر



لاحظ شكل الموجة الانفجارية في عبوة شهاب 2

- الاختراق في الحديد:

المسافة بين العبوة والهدف	1.2 متر	2.5 متر	5 متر	10 متر	20 متر
الاختراق	200 سم	120 سم	60 سم	30 سم	15 سم



شهاب 2 على اليمين وشهاب 1 على اليسار

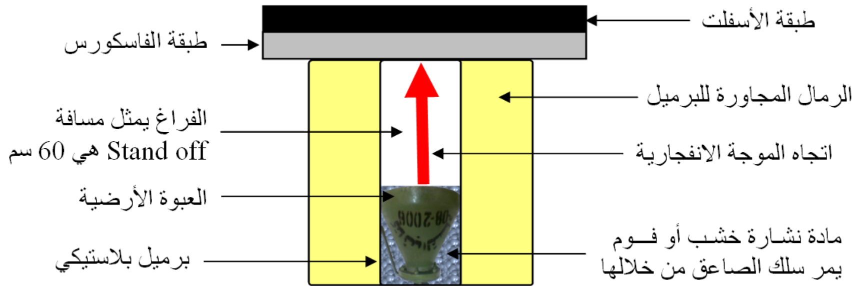


شهاب 1 على اليمين وشهاب 2 على اليسار

تحديد أنسب ظرف لوضع العبوة مكاناً وزماناً وأسلوباً:

- بشكل عام، كلما كان المكان مغلق، كانت الاستفادة من الموجة الانفجارية أكثر.
- في المجمل كلما كانت العبوة أقرب إلى الهدف كان التأثير أبلغ، ولكن هذا مشروط بألا تقل المسافة عن 60 سم.
- اختيار الأماكن التي تكون ممرات إجبارية للهدف.
- يمكن عمل تفجير استدراجي ثانوي بحيث يثير الرعب والفوضى مما يضطر العدو للخروج من المكان الذي زرعنا فيه العبوة مسبقاً، وبالتالي نكون قد استدرجنا الهدف إلى المكان الذي نريد.
- إذا أردنا ضرب جرافة فلا يتم ضربها في الأماكن القريبة من الجنزير إلا إذا كان الهدف تعطيل الجرافة، لذا يجب أن يكون توجيه الضرب إلى كابينة السائق.
- في حين استعمال عبوات شواظ أو شهاب كعبوات أرضية، يجب أن يكون فاصل بين العبوة والهدف 60 سم، حتى لا تتكسر الموجه الانفجارية ويمكن استعمال علبة الفوم foam الخاصة بالثلاجات أو الفوم المستخدم في الحمامات الشمسية لترك هذا الفراغ اللازم.
- يمكن استخدام عبوات الخرق مثل شواظ أو شهاب كعبوة موجهه من خلف حائط بشرط أن تبعد عن الحائط 60 سم على الأقل.
- يمكن وضع عبوات الخرق مثل شواظ أو شهاب من خلال شنطة السيارة الخلفية، بشرط أن تبعد 60 سم عن مؤخرة الشنطة، مع تثبيت العبوة جيداً في مؤخرة السيارة.

كيفية زراعة العبوات الأرضية:



الصورة توضح لنا رسم تخطيطي للعبوة المزروعة في الأرض

العبوات الصحنية أو العدسية (المقذوف المتشكل انفجارياً "EFP"):

يحافظ هذا النوع من العبوات على اختراقه لمسافات طويلة الى حد ما بالمقارنة مع العبوات النفثية، ويستخدم عادة في الإعطاب للآليات المدرعة بالدروع الثقيلة، وتدمير للآليات المدرعة بالدروع الخفيفة من مسافات طويلة. ومن أشهر العبوات المستخدمة في قطاع غزة هي:

عبوة شــواظ العدسية:

تستخدم كعبوة جانبية بالأصل، وممكن أن تستخدم كعبوة أرضية بشرط ألا تقل مسافة المباعدة عن ثلاث أضعاف قطر العبوة. وتستخدم كعبوة جانبية من مسافة 1 متر إلى أكثر من 20 متر للدبابات وناقلات الجند. وتستخدم كعبوة جانبية لغاية مسافة 40 متر لجيبات الهمر والجيبات العسكرية المصفحة. ولا تستخدم هذه العبوة ضد الأفراد لأن احتمالية الإصابة تكون قليلة. نوع البطانة حديد، ووزنها الكلي 22 كيلو جرام، وتحتوي على 7.5 كيلو جرام من TNT، وقطرها 30 سم وأفضل مسافة مباعدة عن الهدف 210 سم، ويجب أن لا تقل مسافة المباعدة عن 90 سم.

– الاختراق في الحديد:

المسافة بين العبوة و الهدف	210 سم	5 متر	10 متر	20 متر
الاختراق	16 سم	10 سم	10 سم	10 سم

عبوة شواظ العدسية



– القمع حديدي.
– الكابح :سبيكة.

عبوة شواظ العدسية





عبوة شواظ العدسية على بعد 20 متر، اخترقت صفيحتين سمك كل منهما 4 سم



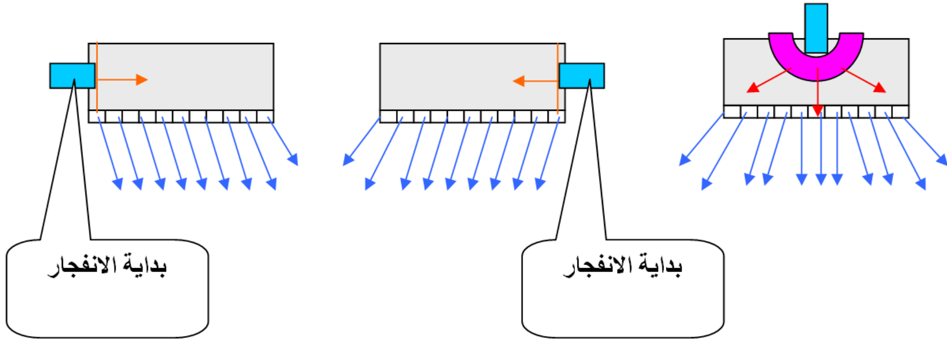
لاحظ الانبعاج في الصفيحة الثالثة



لاحظ توجيه الموجة الانفجارية باتجاه الهدف

ثانياً: العبوات المضادة للأفراد

وهي عبارة عن عبوة تحتوي على مواد متفجرة، ملاصق لها قطع معدنية (شظايا). عند الإنفجار تنطلق هذه القطع المعدنية بسرعات عالية لتصطدم بالهدف وتؤثر به. شكل المواد المتفجرة والقطع المعدنية المجاورة لها يعتمد على الهدف المرجو من العبوة. هناك عدة نقاط مهمة تؤثر على أداء العبوة مثل شكل العبوة ومكان وضع الصاعق. لأن شكل العبوة يحدد كيفية انتشار الشظايا، كما أنه يؤثر على سرعة الشظية. كذلك مكان وضع الصاعق يجب أن يكون عكس مكان انطلاق الشظايا. هذا النوع من العبوات لا يحتاج إلى مسافة مباعدة.



هناك ثلاث أنواع من العبوات رئيسية ضد الأفراد:

1- العبوات الاسطوانية.

2- العبوات التلفزيونية.

3- العبوات الصحنية (الرعدية).

1- العبوات الاسطوانية:

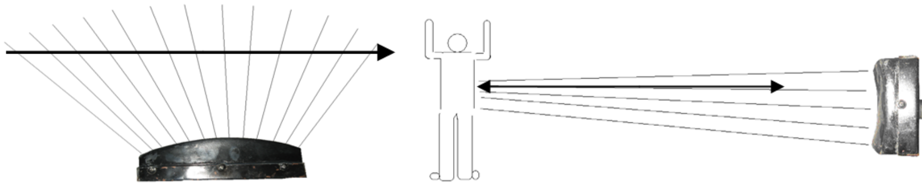
تتميز هذه العبوة في انتشار شظاياها بكل الاتجاهات، بدائرة 360 درجة. لكن يجب أن تكون هذه العبوة في وسط الهدف حتى تؤدي أفضل دور لها. كما أنه يجب أن يكون حجم الشظايا متناسب مع حجم العبوة. شكل الشظية يحدد حسب المسافة وانتشار الهدف عن العبوة، فإذا كان الهدف قريب من العبوة، يفضل استخدام الشظايا الحادة، أما إذا الهدف بعيد نسبياً نستخدم الشظايا الكروية.



لاحظ تماسك الشظايا الكروية في العبوة الاسطوانية نتيجة المادة اللاصقة.

2- العبوات التلفزيونية:

تعتبر العبوات التلفزيونية من العبوات الناجحة والتي تحقق إصابات مباشرة في العدو وقد صممت تبعاً للفهم الصحيح للموجة الانفجارية والتي تمتاز بخاصية خروجها متعامدة على سطح العبوة. تمتاز هذه العبوة بوجود تقعر وتحدب فيها، بحيث يقوم التحدب بنشر الشظايا على مسافة أفقية عريضة، ويقوم التقعر بتجميع الشظايا في ارتفاع يوازي ارتفاع جسم الإنسان. سميت هذه العبوة بالتلفزيونية نظراً لشكلها الشبيه بشاشة التلفزيون، تنتشر الشظايا بحسب إنحناء القوس التلفزيوني.



لاحظ دور التحدب والتقعر في العبوة التلفزيونية

و لهذه العبوة التلفزيونية عدة أنواع تبعا للحجم.

العبوة التلفزيونية 1:

العبوة مصنوعة من الفيبرجلاس المتكسر، وتستخدم لأهداف المشاة والسيارات الغير مصفحة، وزنها الكلي 2 كيلو جرام، وتحتوي على 850 جرام من TNT، وتحتوي على المئات من الشظايا الكروية عيار 6 ملم. هذه الشظايا فعالة وقاتلة عن مسافة 40 متر من الهدف. انتشار الشظايا الأفقي يتناسب طردياً مع بعد الهدف عن العبوة، فإذا كان الهدف يبعد 20 متر، يكون انتشار الشظايا أفقياً 20 متر، أما إذا ابتعد الهدف 40 متر عن العبوة، يكون انتشار الشظايا أفقياً 40 متر.



العبوة التلفزيونية 2:

العبوة مصنوعة من الفيبرجلاس المتكسر، وتستخدم لأهداف المشاة والسيارات الغير مصفحة، وزنها الكلي 6 كيلو جرام، وتحتوي على 2700 جرام من TNT، وتحتوي على المئات من الشظايا الكروية عيار 6 ملم. هذه الشظايا فعالة وقاتلة عن مسافة 70 متر من الهدف. انتشار الشظايا الأفقي يتناسب طردياً مع بعد الهدف عن العبوة، فإذا كان الهدف يبعد 30 متر، يكون انتشار الشظايا أفقياً 30 متر، أما إذا ابتعد الهدف 60 متر عن العبوة، يكون انتشار الشظايا أفقياً 60 متر.



المنظر العلوي للعبوة التلفزيونة 2



المنظر الجانبي للعبوة التلفزيونة 2

العبوة التلفزيونة 2







العبوة التلفزيونة 2

العبوة التلفزيونية 3:

العبوة مصنوعة من الحديد، وتستخدم لأهداف المشاة والسيارات الغير مصفحة، وزنها الكلي 15 كيلو جرام، وتحتوي على 9 كيلو جرام من TNT، وتحتوي على 1000 شظية من الشظايا الكروية عيار 8 ملم. هذه الشظايا فعالة وقاتلة عن مسافة 100 متر من الهدف. انتشار الشظايا الأفقي يتناسب طردياً مع بعد الهدف عن العبوة، فإذا كان الهدف يبعد 30 متر، يكون انتشار الشظايا أفقياً 30 متر، أما إذا ابتعد الهدف 60 متر عن العبوة، يكون انتشار الشظايا أفقياً 60 متر.



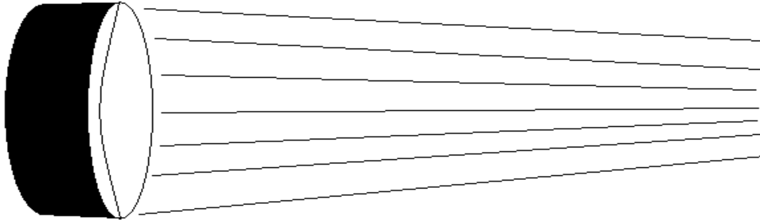
العبوة التلفزيونية 3

3- العبوات الرعدية:

العبوة مصنوعة من الحديد، وتستخدم كعبوة موجهة لأهداف المشاة والسيارات الغير مصفحة، حيث أنها تنتشر شظاياها مركزة إلى الأمام وإلى مسافات تصل إلى 150 متر، شكلها اسطواني بقطر 32 سم، وارتفاعها 10 سم، وزنها الكلي 15 كيلو جرام، وتحتوي على 9 كيلو جرام من TNT، وتحتوي على المئات من الشظايا الكروية عيار 8 ملم. هذه الشظايا فعالة وقاتلة عن مسافة 150 متر من الهدف. انتشار الشظايا الأفقي يبلغ 15 متر على مسافة 100 متر من العبوة.



العبوة الرعدية



انطلاق الموجة الانفجارية من العبوة الرعدية



آثار الشظايا على الحديد

ملاحظات مهمة عند استخدام العبوات المضادة للأفراد:

- كلما كانت المسافة أقرب للهدف كلما كانت كثافة انتشار الشظايا أفضل وأكبر.
- يجب أن نعرف أبعاد (طول وعرض) الهدف قبل الشروع في انتخاب العبوة المناسبة له، ويجب أن يعم انتشار الشظايا الهدف بمجمله مع كثافة في كل متر مربع حيث يجب أن لا تقل نسبة الشظايا عن 5 شظايا في المتر المربع.
- يمكن تفجير العبوة بصاعق كهربائي أو ميكانيكي أو عادي من خلال فتيل.
- يجب أن تكون العبوة متعامدة على الهدف.
- يجب أن يتم إخفاء وتمويه العبوة في الميدان حسب طبيعة الأرض.
- يمنع الوقوف أمام أو خلف أو على أحد جوانب العبوة لأنه يخرج فاقد من الموجة حاملاً شظايا قاتلة في جميع الأماكن.
- يمكن أن تتستر بالرمل والسلاح في وضعاً منبطحاً في زاوية 45 على يمين أو يسار خلف الهدف إذا اقتضت الضرورة.
- يجب الانتباه عند إلقائها في المناطق المشجرة خوفاً من ارتداد الشظايا على الرامي.

ثالثاً: العبوات البرميلية التدميرية

كلاسيكياً لا تستخدم البراميل العادية في التدمير، لكن توجد القنابل التدميرية الضخمة مثل MK-84، والتي تلقى من الطائرات الحربية على الأهداف الخرسانية لتدميرها. العبوات البرميلية والقنابل مثل MK-84، تعتبر غير موجهة باتجاه محدد، وتذهب طاقتها التدميرية بكل الاتجاهات حسب شكل الحاوي، وإذا كانت مدفونة تحت الأرض معظم طاقتها الانفجارية تمتص في الأرض وهذا هو سبب حفر الحفر الكبيرة عند انفجارها.



آثار انفجار العبوات البرميلية على الآليات:





رابعاً: عبوات البنجالور Bangalore torpedo

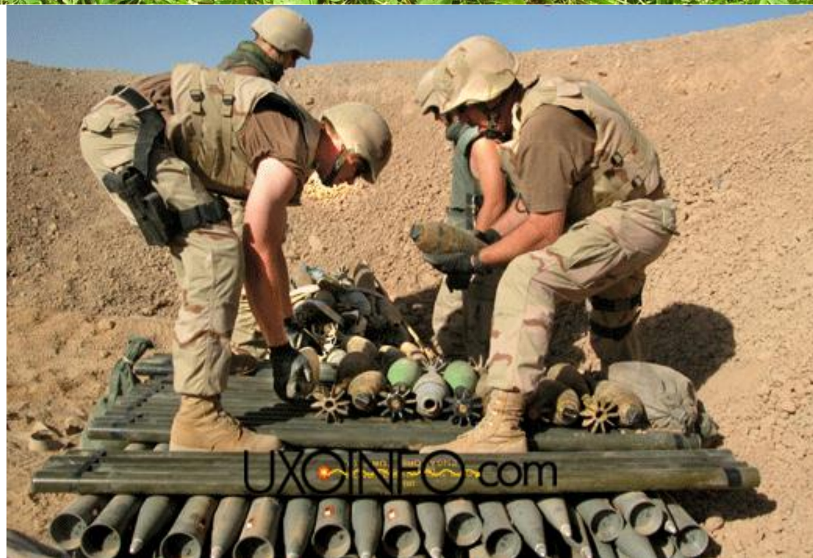
تم تصميم لغم البنجالور عام 1912م في مدينة بنجالور في الهند، وكان الهدف من تصنيعه ليس للاستخدام في الحرب وإنما لتنظيف الأسلاك الشائكة بعد انتهاء الحرب الروسية اليابانية، في الحرب العالمية الثانية تم استخدام لغم البنجالور المضاد للإفراد ولتنظيف الأسلاك الشائكة. شكله أنبوبي الشكل. يمكنه تنظيف 7 متر تقريباً من الأسلاك الشائكة. لغم البنجالور الأمريكي الحديث M1A2 Bangalore يحتوي على 10 قطع من الأنابيب، كل أنبوبة طولها 150 سم. يمكن استخدام لغم البنجالور لإتلاف الذخائر.






TORPEDO, BANGALORE, M1A1
TORPEDO, BANGALORE, M1A1
LOT AP 524 2-44




UXOINFO.com

خامساً: عبوات الهدم

- وهي عبوة تستخدم لهدم المنشآت ويتم وضعها ملاصقة للهدف المراد هدمه وهي أعمدة الباطون المسلح.

- تستخدم في هذه العبوة مواد متفجرة قليلة السرعة وهي خليط من نترات اليوريا ونترات الأمونيوم والنيتروجليكول.

- يتم كبح هذه العبوة بحديد سمك 2 ملم من 5 جهات وتبقى جهة واحدة بدون كابح حديد وذلك لخروج الموجة الانفجارية منها وتكون الجهة الغير مكبوحة ملاصقة للهدف.

- إذا استهدفت عامود الباطون المسلح الذي سمكه 20 سم وعرضه 40 سم فإنها تسبب فراغ بطول نصف متر.

- وزن الحشوة في العبوة 1700 جرام.

عبوة نسف المباني



عبوة نسف المباني

حشوة العبوة خليط نترات اليوريا مع نيترو جليكول







الخاتمة

في الختام هذا ما يسره الله لي من جمع وترتيب وتحليل تضمنتها فصول هذا الكتاب، فما كان فيه من صواب فهو محض فضل الله علي، فله الحمد كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه، وما كان فيه من خطأ فأستغفر الله تعالى وأتوب إليه، والله ورسوله منه براء، وحسبي أني كنت حريصاً ألا أقع في الخطأ، وعسى ألا أحرم الأجر إن شاء الله. ويشاء العلي القدير الكامل أن يثبت للإنسان عجزه وضعفه أمام قدرته سبحانه وتعالى مهما أوتي الإنسان من العلم والخبرة والدقة مصداقاً لقوله تعالى: ﴿وخلق الإنسان ضعيفاً﴾، فأخي المجاهد إن ظهر لك خطأ مطبعي أثناء قراءتك للكتاب فلا تتوان في أن تسجله وترسله لنا ليتم تداركه في الطبعات القادمة إن شاء الله، أرجو من الله جلت قدرته أن يتقبله خالصاً لوجهه الكريم، وأن ينفع به عباده المجاهدين، وأختم بقول الله تعالى: ﴿رَبَّنَا اغْفِرْ لَنَا وَلِإِخْوَانِنَا الَّذِينَ سَبَقُونَا بِالْإِيمَانِ وَلَا تَجْعَلْ فِي قُلُوبِنَا غِلًّا لِّلَّذِينَ آمَنُوا رَبَّنَا إِنَّكَ رَؤُوفٌ رَّحِيمٌ﴾ (الحشر: 10). وقول الرسول ﷺ: "اللهم إنا نعوذ بك من الهم والحزن، ونعوذ بك من العجز والكسل، ونعوذ بك من البخل والجبن، ونعوذ بك من غلبة الدين وقهر الرجال"

سبحان ربك رب العزة عما يصفون وسلام على المرسلين والحمد لله رب العالمين

****

****

****

*****

المراجع

1- هندسة المتفجرات، أبو الطيب.

2- مفهوم العوائق الهندسية، مجلة الحرس الوطني.

3- تكنولوجيا المواد المتفجرة، طه محمد الجبوري.

4- الهندسة، الكلية الحربية السودانية.

5- المتفجرات، أحمد أبو سمرة.

6- سلاح الهندسة، عمي شامير.

7- كيمياء اللدائن والبوليمرات، هاني علي بجاش.

8- A Manual for Explosive Laboratories vol.1, G. D. Clift.
9- Amunition & Explosives Safety, Department of The Army.
10- ATF Explosive Law & Regulations, Department of The Treasury.
11- Chemistry and Technology of Explosives, Tadeusz Urbanski.
12- Chemistry of Explosives, J. Akhavan.
13- Developing an Automated Explosives Detection, Peter Athanas.
14- Detonation Chemistry, R. R. McGuire.
15- Detonation Theory And Experiment, Wildon Fickett.
16- Encyclopedia Of Explosives And Related Items, Basil Fedoroff.
17- Explosives, Meyer, Kohler & Homburg.
18- Explosives And Demolitions, Department of the Army.
19- Explosives and Propellants, Charles L. Mader.
20- Explosives & Propellents, Desert Publications.
21- Explosives and Demolitions, U.S. Army.
22- Explosives Engineering, Paul W. Cooper.
23- Explosive Ordnance Disposal, US Marine Corps.
24- Explosive Principles, Robert A. Sickler.
25- Explosion Protection, Heinrich Groh.
26- Explosive Science, Raymond N. Rogers.
27- Gunpowder Cookbook, Don Mclean.
28- History,Design,and Manufacture of Explosives, Timoth Tobiason.
29- Improvised Explosive Device, US Army Ordnance Corps.
30- Improvised Incediary And Explosives Techniques, David Harber.

31- Kitchen Improvised Fertilizer Explosives, tim Lewis.
32- Military And Civilian Pyrotechnics, Herbert Ellern.
33- Military Explosives, Department of The Army.
34- Manual of Explosives Military Pyrotecnics, Jules Bebie.
35- Military Pyrotechnics, Department of The Army.
36- Organic Chemistry of Explosives, J. P. Agrawal.
37- Professional's Guide to Pyrotechnics, John Donner.
38- Pyrotechnics, George Weingart Weingart.
39- Technology of Explosives, Paul W. Cooper.
40- Terrorist Explosives Handbook, Jack Mcpherson.
41- The Advanced Anarchist Arsenal, David Harber.
42- The Chemistry of Explosives, Jacqueline Akhavan.
43- The Chemistry of Powder & Explosives, Tenney L. Davis.
44- The Effects of Explosive Blast on Structures & Personnel, Richard.
45- The Mujahideen Explosives Handbook, Abdel aziz.
46- Understanding Explosions, Daniel Crowl.

المحتويات

